

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2016/2017**

**PERCEÇÃO DE RUÍDO URBANO NA CIDADE DO PORTO**

**TATIANA LEMOS TEIXEIRA LOPES**

Dissertação submetida para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

**Presidente do Júri:** Manuel Fernando Ribeiro Pereira  
(Professor Doutor do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de  
Engenharia da Universidade do Porto)

---

**Orientador académico:** Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha  
(Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia  
da Universidade do Porto)

*Outubro, 2017*



## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2016/2017**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [catc@fe.up.pt](mailto:catc@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.





À Clarinha, a melhor avó do mundo!

*Ter a dúvida é saber exatamente o que estou a dizer.*

*José de Almada Negreiros*



## AGRADECIMENTOS

Tudo começou na primeira aula de Acústica Ambiental em que aprendi que o ponto onde se altera a pressão é muito mais do que música e muito mais do que a maneira como comunicamos uns com os outros. Nunca me vou esquecer dessas aulas, que mudaram a maneira de encarar o meu percurso académico e me fizeram perceber que...”Tudo isto é acústica”. Obrigada Professor António Carvalho por ser professor na verdadeira aceção da palavra e ensinar a arte de engenharia aliada à arte de saber fazer rir. Nunca me vou esquecer também do momento em que conheci a professora Cecília Rocha e no qual este projeto começou a ser semeado. Esse foi o ponto de partida para o maior projeto da minha vida até então, mas, principalmente, para aprender, através do seu exemplo, que não se é engenheiro só das 9 às 5 e que o sucesso só se constrói com muito trabalho. Durante todos estes meses, a professora desafiou-me sempre a ser melhor e isso fez-me crescer... Muito! Obrigada, por tudo!

Obrigada à Professora Cristina por ter sido uma grande aliada neste projeto, pelas suas palavras sempre sábias, sensatas e marcantes e, acima de tudo, pela sua disponibilidade incansável. O meu muito obrigada também à Doutora Isabel Pereira por me ter aberto a porta e ao Engenheiro Nuno pela boa-vontade de sempre. Agradeço também a todos os inquiridos que, sem qualquer tipo de recompensa, participaram nesta investigação e sem os quais não haveria nada sobre o que falar!

Esta dissertação é dedicada à melhor avó do mundo porque nada disto seria possível sem ela. Nem eu seria nada. Clarinha, obrigada por todas as vezes que te levantaste (e ainda te levantas!) para me cobrir a meio da noite, obrigada por me dares tudo, obrigada me fazeres sentir que, contigo, nunca vou ficar desamparada. Eu posso contar contigo para tudo e tu sabes que podes contar comigo para tudo...E que vou dar-te sempre aqueles abraços de que tu foges! Durante este projeto, acompanhaste-me e vigiaste o equipamento de medição de ruído enquanto eu recolhia os dados dos inquéritos, como fazes tudo o resto para mim: com a maior dedicação do mundo. Sabes que nunca vou esquecer isso, assim como nunca te vou esquecer! Tu fazes parte de um núcleo que é tudo para mim: a nossa família. Nunca vou esquecer os domingos em que as cadeiras faltavam, assim como nunca vou deixar de sentir saudades de quem agora falta nessas cadeiras. Muito obrigada a vocês, que fazem de mim o que eu sou hoje, e me fazem sentir tão orgulhosa por todos os genes que partilhamos! Papá, avô, tios e Tiaguinho, obrigada por serem tão especiais e me darem tanto carinho, seja do lado de cá ou de lá.

Fred, obrigada por seres o meu equilíbrio e por teres entrado na minha vida. Antes de ti... Bem, eu já nem sei o que é que eu era antes de ti. Só sei que o meu nome só faz sentido ao lado do teu. E que é assim porque não podia ser de outra maneira. Obrigada por me preencheres e por seres tão boa pessoa. Somos a melhor dupla de sempre! Não poderia deixar de agradecer ao Tozé, o melhor cão e melhor terapia do mundo! Somos a melhor tripla de sempre, melhor dizendo!

O meu muito obrigada à Tuna Feminina de Engenharia da Universidade do Porto por me ter ensinado a viver “*com amizade na Faculdade de Engenharia*”. Em especial, no contexto deste projeto, muito obrigada Foto por seres tão boa ouvinte, muito obrigada LOK por seres a pessoa mais sensata que eu conheço e muito obrigada à Radar por garantires o meu sorriso fácil e porque sei que posso contar sempre contigo. Um agradecimento especial Nobe, por seres essencial na minha vida. Não há nada que pague a tua amizade, tu sabes... Obrigada por estares sempre lá! (*smoooooooooth*)

Por fim, muito obrigada a todos que partilharam comigo este percurso. Em especial, muito obrigada Inês, simplesmente pelo que és. Pela melhor amiga que alguém (que não, eu claro) podia ter. Não há muito a dizer: és incrível e tu sabes! Só não sabes o quanto eu te adoro e agradeço por seres minha amiga. Esse ombro, vale tudo! Muito obrigada também à Tichinha do meu coração, por toda a ajuda que me deste e por seres sempre tão incrível comigo! E muito obrigada Joanhinha por não me teres deixado vacilar quando eu mais precisei, pelo teu incentivo e pela tua força que me deu ainda mais força.

Obrigada a todos!



## RESUMO

A maneira como os indivíduos percebem o mundo é altamente influenciada pelos sons e ruídos da sua envolvente. A exposição a elevados níveis de ruído, pode influenciar negativamente o usufruto dos espaços públicos, afetando o bem-estar da população, sendo a sua gestão alvo de preocupação atual.

Esta investigação baseou-se na conceção de um inquérito socioacústico, adaptado à cidade do Porto, e na sua efetiva implementação, associada a medições de ruído. O inquérito foi desenvolvido em colaboração com uma docente da FCPCEUP, tendo por base a normalização e a bibliografia existente. Desenvolveu-se um ensaio preliminar (N=65) durante duas fases: em contexto académico, na FEUP (N=38) e em contexto urbano, na Rua das Flores (N=27). Foram identificadas oportunidades de melhoria e, conseqüentemente, reajustou-se o referido inquérito.

Passou-se à aplicação do inquérito (N=440), em simultâneo com as medições de ruído, nos oito locais selecionados com base no trabalho de pesquisa e no estudo empírico dos mesmos, nomeadamente, Praça da Liberdade, Rotunda da Boavista, Rua das Flores, Cais da Ribeira, Praça de Lisboa, Jardins da Foz, Palácio de Cristal e Parque da Cidade. Pretendeu-se perceber a reação aos estímulos sonoros da cidade pelos frequentadores desses espaços bem como perceber como é que a cidade é percebida sob o ponto de vista dos visitantes e não-visitantes (residentes e/ou trabalhadores) e os efeitos do ruído.

Os locais menos ruidosos foram o Palácio de Cristal ( $L_{Aeq} = 57,6$  dB), o Parque da Cidade ( $L_{Aeq} = 60,0$  dB) e a Praça de Lisboa ( $L_{Aeq} = 60,2$  dB) e os mais ruidosos a Rua das Flores ( $L_{Aeq} = 68,7$  dB), Praça da Liberdade ( $L_{Aeq} = 66,6$  dB) e Rotunda da Boavista ( $L_{Aeq} = 65,8$  dB).

O cruzamento dos dados das medições com os inquéritos, demonstrou que a níveis sonoros mais elevados não estão necessariamente associados níveis de incomodidade mais severos. Identificou-se a importância de fatores não-acústicos na perceção do ruído e das características locais, obtendo-se um modelo de incomodidade:  $Incomodidade = f(L_{Aeq}) + k_c$ .

O ruído rodoviário dominou a identificação das fontes sonoras. O ambiente sonoro do Porto caracterizou-se como sendo urbano e os inquiridos avaliaram o ruído da cidade num nível médio (3, de 1 a 5). O contexto espacial mostrou-se altamente influente nas respostas. O Parque da Cidade foi o local com maior satisfação acústica, ao contrário da Rotunda da Boavista que foi o local que causou menor satisfação (4,28 vs 2,38, de 1 a 5).

A perceção de ruído diferiu consoante a relação com a cidade, sendo que os visitantes demonstraram ser menos incomodados em comparação com os não-visitantes, mas também consoante o motivo para a visitar, visto que os visitantes devido a atividades recreativas são menos incomodados do que os visitantes devido a atividades não-recreativas. O centro histórico e o centro tradicional foram as áreas onde os residentes manifestaram maior incómodo. Verificou-se que o ruído laboral prejudica a atividade profissional dos indivíduos, afetando o desempenho e a comunicação com as pessoas.

A maioria dos inquiridos (63%) considera que o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida das pessoas (nível 4 e 5, de 1 a 5).

**PALAVRAS-CHAVE:** Acústica, Ruído urbano, Inquérito socioacústico, Perceção, Incomodidade.



**ABSTRACT**

The way that individuals perceive the world is highly influenced by the acoustic environment of their surroundings. The exposure of high levels of noise can negatively influence the enjoyment of public spaces, affecting the well-being of the population, and being its management a current motive to care about.

This work consisted in the creation of a socioacoustic survey, adapted to Porto city, and in its implementation, associated with noise measurements. The survey was developed in collaboration with a professor from FPCEUP, based on norms and previous studies. A preliminary trial (N=65) was developed during two stages: academic context, at FEUP (N=38), and urban context, at Rua das Flores (N=27).

Once the opportunities for improvement were identified, the survey was applied (N=440) simultaneously with noise measurements, taken place in eight sites selected based on the research and empirical study of these places, being Praça da Liberdade, Rotunda da Boavista, Rua das Flores, Cais da Ribeira, Praça de Lisboa, Jardins da Foz, Palácio de Cristal e Parque da Cidade. The work aimed to understand what is the reaction to acoustic stimuli from the user of these sites, and how is the city perceived under the perspective of visitor and non-visitors (residents and/or workers), as well as the noise effects.

The sites with the least noise were Palácio de Cristal ( $L_{Aeq} = 57.6$  dB), Parque da Cidade ( $L_{Aeq} = 60.0$  dB) and Praça de Lisboa ( $L_{Aeq} = 60.2$  dB). The sites with the most noise were Rua das Flores ( $L_{Aeq} = 68.7$  dB), Praça da Liberdade ( $L_{Aeq} = 66.6$  dB) and Rotunda da Boavista ( $L_{Aeq} = 65.8$  dB).

The crossing of the measurement data with the surveys showed that high levels of sound does not necessarily associates with a bigger annoyance and that the same value of noise exposure can cause different levels of annoyance. The importance of non-acoustic factors (age, subjective sensitivity and motive) was identified in the perception of noise and local characteristics.

Traffic noise dominated the identification of noise sources. The acoustic environment of Porto was characterized as urban and the interviewed evaluated the city's noise at a medium level (3 ou of 5). The spatial context was showed as highly influent of the answers. Parque da Cidade was the site with the highest acoustic satisfaction, opposing to Rotunda da Boavista which was the site that caused the lowest satisfaction (4.28 vs 2.38, from 1 to 5).

Noise perception differs according to the relation with the city (visitors were less annoyed than non-visitors) and also according to the motive of the visit (visitors that perform recreational activities are less annoyed than visitors that perform non-recreational activities). The historical and traditional centers were the sites were residents showed a higher annoyance. It was showed that labor related noise negatively influences the individual's professional activity, affecting their performance and communication.

Most of the interviewed (63%) consider that noise affects health and life quality (levels 4 and 5, from 1 to 5).

**KEYWORDS:** Acoustics, Urban Noise, Socioacoustic survey, Perception, Annoyance.





## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	III
RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE QUADROS .....	XVII
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO .....	1
1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA GERAL DA DISSERTAÇÃO .....	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	2
<b>2 ACÚSTICA AMBIENTAL.....</b>	<b>5</b>
2.1. INTRODUÇÃO .....	5
2.2. CONCEITOS GERAIS.....	5
2.2.1. SOM & RUÍDO .....	5
2.2.2. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO SOM .....	6
2.2.3. PROPAGAÇÃO DO SOM .....	10
2.2.4. FONTES SONORAS.....	12
2.3. PERCEÇÃO DO RUÍDO .....	13
2.3.1. INTRODUÇÃO .....	13
2.3.2. SISTEMA AUDITIVO .....	13
2.3.3. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE .....	14
2.3.4. RECOMENDAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE.....	17
2.4. ENQUADRAMENTO LEGAL DO RUÍDO .....	19
<b>3 ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>21</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	21
3.2. PERCEÇÃO DE RUÍDO EM AMBIENTE URBANO .....	23
3.3. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE SONORO EM CONTEXTO RESIDENCIAL E LABORAL .....	28
<b>4 ELABORAÇÃO DO INQUÉRITO SOCIOACÚSTICO.....</b>	<b>31</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	31

<b>4.2. CONCEÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>32</b>
4.2.1. PRINCÍPIOS.....	32
4.2.2. PROCESSO DE FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DAS QUESTÕES .....	34
4.2.3. ENSAIO DO TESTE-PILOTO .....	38
4.2.4. IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	39
<b>4.3. ESTRUTURA FINAL DO INQUÉRITO.....</b>	<b>41</b>

## **5 A CIDADE DO PORTO COMO LABORATÓRIO VIVO: DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO .....45**

<b>5.1. CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2. O RUÍDO NA CIDADE DO PORTO .....</b>	<b>50</b>
5.2.1. INTRODUÇÃO .....	50
5.2.2. INFORMAÇÃO REPORTADA PELO MUNICÍPIO.....	51
5.2.3. CARACTERIZAÇÃO SONORA ATUAL .....	53
<b>5.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO .....</b>	<b>54</b>
5.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	54
5.3.2. LOCAL 1 – PRAÇA DA LIBERDADE .....	56
5.3.3. LOCAL 2 – ROTUNDA DA BOAVISTA / PRAÇA MOUZINHO DE ALBUQUERQUE .....	58
5.3.4. LOCAL 3 – RUA DAS FLORES .....	60
5.3.5. LOCAL 4 – CAIS DA RIBEIRA.....	63
5.3.6. LOCAL 5 – PRAÇA DE LISBOA.....	65
5.3.7. LOCAL 6 – JARDINS DA FOZ .....	68
5.3.8. LOCAL 7 – JARDINS DO PALÁCIO DE CRISTAL.....	70
5.3.9. LOCAL 8 – PARQUE DA CIDADE .....	73
<b>5.4. CARACTERIZAÇÃO GLOBAL DA AMOSTRA.....</b>	<b>75</b>
5.4.1. SÍNTESE DA AMOSTRA.....	75
5.4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA .....	77

## **6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....81**

<b>6.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>6.2. ANÁLISE NA GENERALIDADE.....</b>	<b>81</b>
<b>6.3. ANÁLISE DE RESULTADOS ASSOCIADA AOS LOCAIS DE ESTUDO .....</b>	<b>87</b>
6.3.1. INTRODUÇÃO .....	87
6.3.2. PERCEÇÃO DE RUÍDO .....	88

6.3.3. CONTRIBUIÇÃO DAS FONTES SONORAS PARA A PERCEÇÃO DO RUÍDO .....	93
6.3.4. SATISFAÇÃO ACÚSTICA E SATISFAÇÃO RELATIVA ÀS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL.....	99
<b>6.4. ANÁLISE POR CLASSES DE INQUIRIDOS.....</b>	<b>100</b>
6.4.1. INTRODUÇÃO .....	100
6.4.2. VISITANTES VS NÃO VISITANTES.....	101
6.4.3. RESIDENTES.....	104
6.4.4. TRABALHADORES.....	107
<b>6.5. EFEITOS DO RUÍDO.....</b>	<b>109</b>
 <b>7 CONCLUSÕES.....</b>	 <b>113</b>
7.1. CONCLUSÕES.....	113
7.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	119
<b>ANEXOS .....</b>	<b>127</b>
ANEXO I.....	129
ANEXO II.....	130
ANEXO III.....	140
ANEXO IV .....	142



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia geral utilizada no desenvolvimento da presente dissertação. ....	2
Figura 2 - Representação da propagação do som [19]. ....	5
Figura 3 - Som <i>versus</i> ruído [23]. ....	6
Figura 4 - Representação de uma onda de baixa frequência (A) e de alta frequência (B) (adaptado de [27]) . ....	7
Figura 5 - Gamas de frequências captadas pelo ouvido humano [24]. ....	7
Figura 6 – Amplitude do campo auditivo, com destaque da zona de maior sensibilidade do ouvido humano (adaptado de [28]). ....	8
Figura 7 - Curvas de igual sensibilidade auditiva, em fone (adaptado de [29]). ....	8
Figura 8 - Representação das curvas de ponderação (filtros) A, B, C e D (adaptado de [30]). ....	9
Figura 9 - Representação do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{eq}$ ) (adaptado de [20]). ....	9
Figura 10 - Exemplo ilustrativo das diferenças entre $L_{50}$ , $L_{95}$ e $L_{eq}$ [24]. ....	10
Figura 11 - Representação de uma onda sonora. (A) Ar no equilíbrio, com ausência de onda sonora; (B) compressões e rarefações que constituem uma onda sonora; (C) representação transversal da onda com referência a pressão atmosférica (adaptado de [33]). ....	11
Figura 12 - Movimento das partículas durante a propagação do som (adaptado de [21]). ....	11
Figura 13 - Níveis de pressão sonora e frequências típicos de fontes de ruído comuns (adaptado de [34]). ....	12
Figura 14 - Diagrama esquemático da experiência acústica (adaptado de [25]). ....	13
Figura 15 - Estrutura do ouvido humano (adaptado de [35]). ....	14
Figura 16 - Efeitos do ruído na saúde (adaptado de [38]). ....	15
Figura 17 - Pirâmide da OMS dos efeitos do ruído na saúde (adaptado de [41]). ....	16
Figura 18 – Resultados da sondagem realizada a nível europeu, em 2010, sobre a percepção dos europeus sobre a afetação da sua saúde pelo ruído (adaptado de [38]). ....	16
Figura 19 - Número estimado de indivíduos, na União Europeia, expostos a $L_{den}$ superior a 55 dB, em 2012 (adaptado de [43]). ....	17
Figura 20 - Representação das fontes sonoras mencionadas no primeiro inquérito sobre ruído ambiental [50]. ....	21
Figura 21 – Diagrama da resposta dos visitantes dos locais de estudo à incomodidade induzida pelo ruído rodoviário, segundo <i>Mohapathra et al.</i> [9]. ....	25
Figura 22 - Diagrama da resposta dos residentes dos locais de estudo à incomodidade induzida pelo ruído rodoviário, segundo <i>Mohapathra et al.</i> [9]. ....	26
Figura 23 - Representação da influência na satisfação acústica da idade (a), ocupação (b), duração da estadia e (c) do motivo para estar no local (d), segundo <i>Zhou et al.</i> [10]. ....	27
Figura 24 - Exemplo de questão com resposta aberta no inquérito. ....	33
Figura 25 - Exemplo de questão com resposta de item de seleção no inquérito. ....	33
Figura 26 - Exemplo de questão com resposta de item de escala em forma de estrela no inquérito. ....	33
Figura 27 - Exemplo de questão com resposta de item de escala em forma de slide no inquérito. ....	33
Figura 28 - Painel inicial do inquérito socioacústico. ....	34
Figura 29 - Mapa das diferentes secções do questionário. ....	35
Figura 30 - Resultados da questão "O que é que lhe agrada mais no Porto?" obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP). ....	39
Figura 31 - Resultados da questão "O que acha que é mais importante numa cidade?" obtidos na primeira etapa do teste piloto (FEUP). ....	39

Figura 32 - Resultados da questão " <i>Habitualmente, o ruído causa-lhe:</i> " obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP).....	40
Figura 33 - Resultados da questão " <i>Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?</i> " obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP).....	40
Figura 34 - Divisão territorial da região: NUTS III e Municípios [98].....	45
Figura 35 - Mapa da cidade do Porto por zonas de interesse [via QGIS].....	46
Figura 36 - Evolução da população residente no Porto de 1900 a 2011 [111].....	48
Figura 37 - População residente no concelho do Porto em 1981, 1991, 2001 e 2011 [111].....	48
Figura 38 - Evolução do emprego no Porto por setor de atividade em 1991, 2001 e 2011 [112].....	49
Figura 39 - Evolução dos fluxos casa/trabalho internos, de entrada no Porto e de saída do Porto [112].....	49
Figura 40 - Evolução do número de dormidas e hóspedes no Porto de 2001 a 2011 [112].....	50
Figura 41 - Mapas de ruído do concelho do Porto para o período diurno (7h-23h), de acordo com o RGR <sub>2007</sub> , em 2009 [114] e 2014 [115].....	51
Figura 42 - Mapas de ruído do concelho do Porto para o período noturno (23h-7h), de acordo com o RGR 2007, em 2009 [114] e 2014 [115].....	52
Figura 43 – Sonómetro 3M, modelo <i>SoundPro SE/DL</i> , classe 1, com microfone [118].....	53
Figura 44 – Tripé de fixação portátil <i>Hama Star 63</i> [119].....	53
Figura 45 - Localização dos espaços públicos selecionados para a presente investigação [via <i>Google Earth</i> ].....	55
Figura 46 - Parâmetros de análise dos locais de estudo abordados na presente investigação.....	55
Figura 47 - Enquadramento geográfico do Local 1 – Praça da Liberdade [via <i>Google Earth</i> ].....	56
Figura 48 - Classificação acústica da Praça da Liberdade, segundo o PDM do Porto, como zona mista [126].....	57
Figura 49 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Praça da Liberdade [fotografias da autora].....	58
Figura 50 - Enquadramento geográfico do Local 2 - Rotunda da Boavista (Praça Mouzinho de Albuquerque) [via <i>Google Earth</i> ].....	58
Figura 51 - Classificação acústica da Rotunda da Boavista segundo o PDM do Porto como zona mista [126].....	59
Figura 52 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Rotunda da Boavista [fotografias da autora].....	60
Figura 53 Enquadramento geográfico do Local 3 – Rua das Flores [via <i>Google Earth</i> ].....	61
Figura 54 - Classificação acústica da Rua das Flores segundo o PDM do Porto como zona mista [126].....	62
Figura 55 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Rua das Flores [fotografias da autora].....	62
Figura 56 - Enquadramento geográfico do Local 4 – Cais da Ribeira [via <i>Google Earth</i> ].....	63
Figura 57 - Classificação acústica do Cais da Ribeira segundo o PDM do Porto como zona mista [126].....	64
Figura 58 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado no Cais da Ribeira [fotografias da autora].....	65
Figura 59 - Enquadramento geográfico do Local 5 – Praça de Lisboa [via <i>Google Earth</i> ].....	66
Figura 60 - Classificação acústica da Praça de Lisboa segundo o PDM do Porto como zona mista [126].....	66
Figura 61 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Praça de Lisboa [fotografias da autora].....	67

Figura 62 - Enquadramento geográfico do Local 6 – Jardins da Foz [via Google Earth].	68
Figura 63 - Classificação acústica da zona dos Jardins da Foz (Avenida Brasil), segundo o PDM do Porto, como zona mista [126].	69
Figura 64 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado nos Jardins da Foz [fotografias da autora].	69
Figura 65 - Enquadramento geográfico do Local 7 – Jardins do Palácio de Cristal [via Google Earth].	71
Figura 66 - Classificação acústica da zona dos Jardins do Palácio de Cristal segundo o PDM do Porto como zona sensível [126].	71
Figura 67 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado no Palácio de Cristal [fotografias da autora].	72
Figura 68 - Enquadramento geográfico do Local 8 - Parque da Cidade [via Google Earth].	73
Figura 69 - Classificação acústica da zona do Parque da Cidade segundo o PDM do Porto como zona sensível [126].	74
Figura 70 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado no Parque da Cidade [fotografias da autora].	75
Figura 71 – Distribuição da amostra total por género.	77
Figura 72 - Distribuição da amostra total por faixa etária.	77
Figura 73 - Mapa de distribuição da amostra total por país de origem.	78
Figura 74 - Distribuição da amostra total por nível de escolaridade.	78
Figura 75 - Distribuição dos inquiridos por classe de atividade profissional.	79
Figura 76 - Distribuição da amostra total por estado profissional dos inquiridos.	79
Figura 77 - Distribuição da amostra total baseada na relação dos inquiridos com a cidade.	80
Figura 78 – Distribuição das respostas relativamente à incomodidade devido ao ruído segundo a escala verbal, escala numérica e escala numérica colapsada.	82
Figura 79 – Relação entre o nível de incomodidade manifestado com a escala verbal e os níveis sonoros medidos.	83
Figura 80 – Relação entre o nível de incomodidade manifestado com a escala numérica e os níveis sonoros medidos.	83
Figura 81 - Incomodidade média e respetivo desvio padrão sentida pelos inquiridos, devido ao ruído ambiente, em função de: (a) Sexo; (b) Grupo etário (faixa etária); (c) Nível de escolaridade; (d) Sensibilidade subjetiva ao ruído; (e) Motivo para estar no local.	84
Figura 82 - Identificação das diferentes fontes sonoras, para diferentes níveis de exposição ao ruído ambiente.	85
Figura 83 - Incomodidade manifestada pelos inquiridos, segundo a escala verbal, consoante a fonte sonora identificada.	86
Figura 84 - Coeficiente de correlação $\tau$ de Kendall, entre a incomodidade geral manifestada pelos inquiridos e a incomodidade manifestada em relação a cada fonte. Nota: (**) A correlação é significativa para $\alpha \leq 0,01$ .	87
Figura 85 - Vista aérea os locais de estudo em análise [via Google Earth].	88
Figura 86 – Avaliação subjetiva do ruído na cidade do Porto.	89
Figura 87 – Avaliação subjetiva da intensidade sonora em cada local de estudo.	89
Figura 88 - Valores médios do nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ), do nível sonoro excedido em 50% ( $L_{A50}$ ) e do nível sonoro excedido em 95% ( $L_{A95}$ ) obtidos em cada local de estudo.	90
Figura 89 - Relação entre os níveis de exposição ao ruído, a avaliação subjetiva média da intensidade sonora e a incomodidade devido ao ruído.	91

Figura 90 – Relação entre o nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ) e a incomodidade sonora, reportada na escala verbal, para cada local de estudo .....	92
Figura 91 - Variação do nível de pressão sonora contínua equivalente ( $L_{Aeq}$ ) em cada local de estudo.....	94
Figura 92 - Fontes sonoras identificadas pelos inquiridos em cada local de estudo.....	95
Figura 93 - Incomodidade causada pelas fontes sonoras identificadas em cada local de estudo.....	97
Figura 94 - Nível de satisfação em relação ao ambiente sonoro de cada local de estudo. ....	99
Figura 95 - Coeficiente de correlação $\tau_B$ de Kendall entre a satisfação relativa aos sons locais e a satisfação relativa às outras características. (**) Correlação significativa para $p \leq 0,01$ . ....	100
Figura 96 - Características da cidade do Porto mais apreciadas pelos residentes e/ou trabalhadores e os visitantes da cidade. ....	101
Figura 97 - Avaliação subjetiva do ruído na cidade do Porto segundo residentes e/ou trabalhadores, visitantes por turismo/lazer, visitantes por outras atividades e todos os inquiridos. ..	102
Figura 98 - Incomodidade reportada pelos residentes e/ou trabalhadores, visitantes por turismo/lazer, visitantes por outras atividades e todos os inquiridos, devido ao ruído dos locais de estudo.....	103
Figura 99 – Incomodidade média manifestada por residentes e/ou trabalhadores e para visitantes, consoante o tipo de fonte sonora. ....	104
Figura 100 - Distribuição das habitações dos inquiridos residentes na cidade do Porto [via QGis] ..	105
Figura 101 - Mapa da incomodidade manifestada, pelos inquiridos residentes no Porto, devido ao ruído em contexto residencial, segundo a repartição territorial assumida para o Porto. ....	106
Figura 102 - Fontes sonoras do exterior identificadas pelos inquiridos como sendo as que mais incomodam em contexto residencial. ....	107
Figura 103 - Respostas dos trabalhadores na cidade do Porto sobre se o ruído do local de trabalho incomoda, se prejudica o desempenho e se prejudica a comunicação com as outras pessoas. ....	108
Figura 104 - Efeitos do ruído sentidos pelos inquiridos. ....	109
Figura 105 – Relação entre os resultados manifestados pelos inquiridos à questão “ <i>Considera que o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida das pessoas?</i> ” e as respostas que os mesmos reportaram sobre os malefícios que consideram advir do excesso de ruído. ....	110
Figura 106 - Estratégias para lidar com o ruído pelos inquiridos.....	111



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde para ambientes específicos e respetivos potenciais efeitos (adaptado de [37]). .....	18
Quadro 2 - Valores limite máximos de exposição em função da classificação acústica do território [31]. .....	20
Quadro 3 - Estrutura final do inquérito .....	41
Quadro 4 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 1 - Praça da Liberdade.....	57
Quadro 5 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 2 - Rotunda da Boavista.....	60
Quadro 6 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 3 – Rua das Flores. ....	63
Quadro 7 – Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 4 – Cais da Ribeira. ....	64
Quadro 8 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 5 – Praça de Lisboa. ....	67
Quadro 9 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 6 – Jardins da Foz.....	70
Quadro 10 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 7 – Palácio de Cristal. ....	73
Quadro 11- Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 8 – Parque da Cidade. ....	75
Quadro 12 - Resumo da caracterização da amostra obtida em cada local de estudo .....	76
Quadro 13 –Comparação entre a percepção do ambiente sonoro manifestada pelos trabalhadores que responderam ao inquérito nos locais de estudo e os restantes inquiridos da amostra total .....	108



## SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

$\alpha$  – nível de significação para a obtenção do coeficiente de correlação  $\tau_B$  de Kendall

CPP – Classificação Portuguesa das Profissões

dB – decibel

dB(A) – decibel, filtrado por uma curva de ponderação tipo A

DEC - Departamento de Engenharia Civil

Dept - Departamento

DRA – Diretiva de Ruído Ambiente

END – Environmental Noise Directive 2002/49/EC

f – frequência [Hz]

F – constante de tempo *fast*

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FPCEUP – Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto

GIT – grande infraestrutura de transporte

h - hora

ha - hectare

Hz – hertz

$I$  – intensidade sonora [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$I$  – constante de tempo *impulsive*

$I_0$  - valor de referência de intensidade sonora [ $10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$ ]

ICBEN – *The International Commission on the Biological Effects of Noise*

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – Organização Internacional de Normalização

km - quilómetro

$L_{A10}$  – nível sonoro excedido em 10% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{A50}$  – nível sonoro excedido em 50% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{A95}$  – nível sonoro excedido em 95% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{Aeq}$  – nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A [dB]

$L_{Amax}$  – nível máximo de pressão sonora, ponderado A [dB]

$L_d$  – indicador de ruído diurno [dB(A)]

$L_{den}$  – indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno [dB(A)]

$L_e$  – indicador de ruído entardecer [dB(A)]

$L_{eq}$  – nível de pressão sonora contínuo equivalente [dB]

$L_I$  - nível de intensidade sonora [dB]

$L_n$  – indicador de ruído noturno [dB(A)]

$L_N$  – nível de pressão sonora excedida em  $N\%$  do tempo de medição [dB]

$L_p$  – nível de pressão sonora [dB]

$L_{peak}$  – nível de pressão sonora de pico [dB]

$L_W$  - nível de potência sonora [dB]

m - metro

mm - milímetro

N - norte

NP – norma portuguesa

NUTS – Nomenclaturas de Unidades Territoriais, para fins estatísticos

$p$  – pressão sonora [Pa]

$p_0$  – pressão sonora de referência [ $2 \times 10^{-5}$  Pa]

Pa – pascal

PDM – Plano Diretor Municipal

PMRR- Plano Municipal de Redução de Ruído

Pq. - parque

Pr. - praça

OMS – Organização Mundial de Saúde

Ref - Referência

RGR – Regulamento Geral do Ruído

RLPS – Regulamento Legal sobre Poluição Sonora

Rot. - rotunda

s - segundo

$t$  – tempo [s]

T – temperatura em graus kelvin [K] ou graus celsius [°C]

Tab - Tabela

UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

VCI – Via de Cintura Interna

# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO

Os espaços públicos funcionam como importantes elementos dos centros urbanos, proporcionando oportunidades de lazer e de interação social [1]. A utilização destes espaços envolve uma experiência multissensorial, destacando-se a experiência acústica, dado que a maneira como os indivíduos percebem o mundo é altamente influenciada pelos sons e ruídos da sua envolvente.

Do ponto de vista da Acústica, os centros urbanos são compostos por uma diversidade de espaços, nos quais a percepção sonora pode ser afetada pela modelação dos sons, relacionada com as formas urbanas, as atividades aí existentes e até o modo de vida dos habitantes. A Diretiva nº 2002/49/EC [2], transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 146/2006 [3], regulamenta a avaliação e gestão do ruído ambiente em contexto europeu, sendo que define os limites do ruído para cada área em função do uso do solo. Este documento formaliza a criação de zonas sensíveis nas cidades com o objetivo de propiciar espaços, dentro dos centros urbanos, favoráveis ao distanciamento da população do *stress* acústico típico destas áreas.

A exposição a elevados níveis de ruído, particularmente comuns em contexto urbano, pode influenciar negativamente o usufruto dos espaços públicos, afetando tanto o conforto e bem-estar da população, como a sua saúde. O ruído apresenta-se, portanto, como das principais causas da degradação da qualidade do ambiente urbano, sendo que a sua propagação e controlo é alvo de preocupação atual [4].

O presente panorama em matéria de ruído da Europa evidencia a degradação da sua paisagem sonora, principalmente devido ao tráfego rodoviário. Estima-se que, atualmente, o ruído provoca aproximadamente 10.000 mortes prematuras em território europeu, sendo que cerca de 20 milhões de europeus que se sentem incomodados pelo ruído ambiental e ainda 8 milhões experimentam perturbações durante o sono [5].

Tendo em conta a atual conjuntura, é evidente a necessidade, não só de reduzir os níveis de ruído, como também de compreender a interpretação do ambiente sonoro pela população e o efeito que essa interpretação tem sobre o bem-estar das pessoas [4].

Vários estudos têm sido desenvolvidos neste sentido nos mais diversos centros urbanos [6-12]. Os resultados evidenciam a subjetividade da avaliação do ruído, altamente dependente das características pessoais de cada indivíduo. Não se pode garantir, portanto, que um maior conforto acústico resulte apenas da redução dos níveis de ruído nas áreas urbanas. A avaliação do ambiente sonoro não é dependente apenas de parâmetros objetivos (como os níveis de ruído medidos), mas também depende de parâmetros subjetivos, nomeadamente fatores sociodemográficos (como a idade e o nível de educação) [9, 13], fatores pessoais (como sensibilidade ao ruído e o humor atual) [14, 15], a percepção

do ambiente circundante (incluindo a aparência visual, a qualidade do ar e a presença de áreas verdes) [16] e as atividades diárias dos inquiridos [17].

Com o objetivo de entender a sensação dos cidadãos e dos turistas do Porto sobre o ambiente sonoro da cidade, foram criadas condições para um estudo sobre a percepção do ruído urbano, no âmbito da presente investigação. Considerou-se a qualidade sonora dos espaços públicos e as características ambientais da cidade do Porto, desenvolvendo-se uma análise objetiva e subjetiva, através de inquéritos socioacústicos em simultâneo com medições de ruído.

## 1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA GERAL DA DISSERTAÇÃO

A presente investigação baseou-se na conceção de um inquérito socioacústico, adaptado à cidade do Porto, e na sua efetiva implementação, associada a medições de ruído.

O cruzamento da informação proveniente das medições com as respostas dos inquéritos, teve como objetivo perceber quais as principais fontes de ruído que preenchem o ambiente sonoro de diferentes espaços da cidade do Porto e a interpretação pessoal que é atribuída pelos seus frequentadores aos estímulos sonoros em presença. Além disso, pretendeu-se também perceber como é que a cidade é percecionada sob o ponto de vista dos que trabalham e residem nela, mas também sob o ponto de vista de quem a visita. O presente estudo aborda os efeitos do ruído em contexto urbano.

Para tal, desenvolveu-se a metodologia representada na Figura 1.

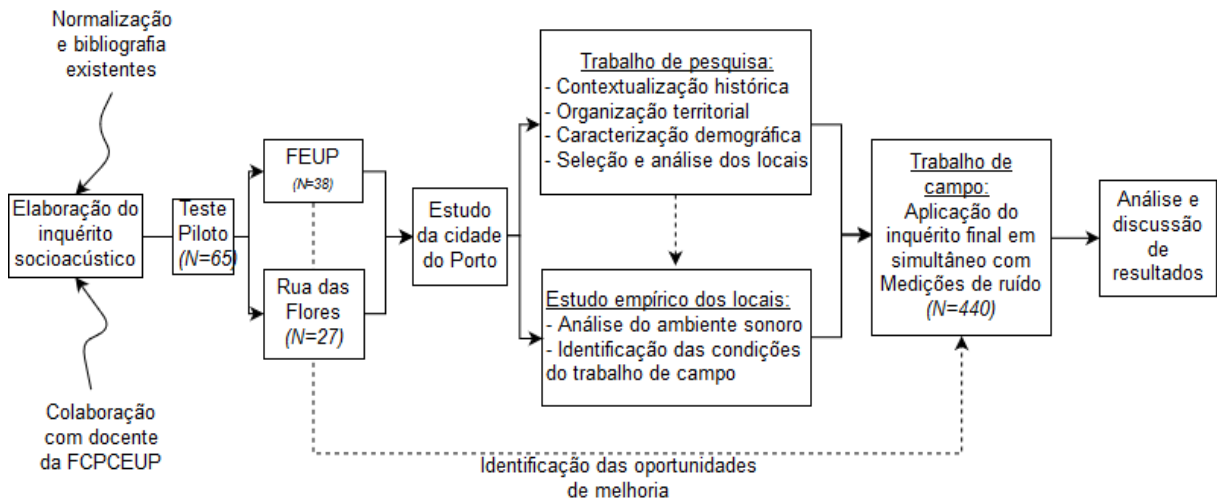


Figura 1 - Metodologia geral utilizada no desenvolvimento da presente dissertação.

## 1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo encontra-se organizado em sete capítulos. Segue-se uma descrição sucinta de cada um por forma a facilitar a compreensão da temática em análise e da investigação desenvolvida.

O primeiro capítulo, “**Introdução**”, é dedicado à contextualização do trabalho, exposição dos objetivos definidos e da metodologia geral e organização da estrutura da dissertação.

O segundo capítulo, “**Acústica ambiental**”, aborda as bases teóricas essenciais à compreensão da temática, englobando os conceitos gerais, a percepção do ruído e o ruído na comunidade.

No terceiro capítulo, “**Estado da arte**”, é desenvolvida uma revisão bibliográfica de estudos de percepção do ambiente sonoro que envolvem análise subjetiva e objetiva do mesmo, baseados em diferentes metodologias.

No quarto capítulo, “**Elaboração do inquérito socioacústico**”, consta a exposição do processo de conceção do formulário do inquérito, abordando os princípios em que foi assente e a formulação e seleção das questões. Este processo desenvolveu-se de encontro aos objetivos traçados para o projeto e com base na bibliografia revista no capítulo anterior. É descrito o ensaio do teste-piloto, identificando-se as oportunidades de melhoria decorrentes da sua aplicação. No fim deste capítulo é apresentado o esqueleto do inquérito final.

O quinto capítulo, “**A cidade do Porto como laboratório vivo: Descrição do estudo de caso**”, está centralizado na análise da área em estudo, o concelho do Porto, através da caracterização da cidade e da descrição da gestão do ruído dentro do seu território. Nesta secção, está também patente, a caracterização dos locais de estudo e da amostra abordada durante a recolha de dados.

No capítulo 6 é efetuada a “**Análise e discussão de resultados**” decorrentes do trabalho de campo desenvolvido no contexto da presente investigação. Neste capítulo são apresentados e discutidos os dados das medições de ruído bem como das respostas ao inquérito socioacústico aplicado. O cruzamento de dados é abordado primeiramente sob uma perspetiva geral seguida da análise dos dados no contexto do local de estudo. É efetuada também uma análise sob o ponto de vista dos grupos identificados como sendo visitantes e não visitantes da cidade, bem como o estudo dos efeitos do ruído..

Por fim, no capítulo 7, constam as “**Conclusões**”, com base nos resultados obtidos e tendo em vista o desenvolvimento de trabalhos futuros.





## 2 ACÚSTICA AMBIENTAL

### 2.1. INTRODUÇÃO

Entende-se por Acústica o ramo da Física que se ocupa da “*geração, transmissão e receção de energia na forma de ondas vibracionais através da matéria*” [18]. Estas ondas propagam-se através da variação da pressão atmosférica sendo posteriormente detetadas pelo sistema auditivo e interpretadas pelo cérebro (Figura 2).

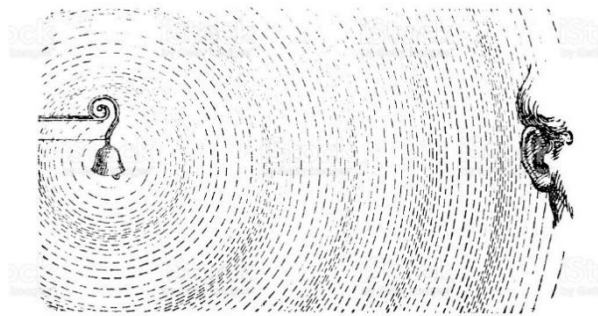


Figura 2 - Representação da propagação do som [19].

A Acústica, como se conhece atualmente, não existiria se os seres vivos não fossem dotados de um sistema auditivo que lhes permitisse captar sons. Esta é uma área de conhecimento de natureza interdisciplinar, cujo âmbito de estudo abrange áreas tão diversas como as Ciências Naturais, Engenharia, Ciências Sociais e Artes [20].

### 2.2. CONCEITOS GERAIS

#### 2.2.1. SOM & RUÍDO

A definição de *som* tanto pode ser descrita como uma onda em movimento num meio elástico, sendo neste caso um *estímulo*, como referir-se ao impulso provocado no cérebro devido à captação pelo sistema auditivo de variações de pressão num dado meio, sendo considerado como uma *sensação* [21]. Neste último caso, essa sensação tem um carácter altamente subjetivo, cuja avaliação depende do recetor desse som (Figura 3) [22].

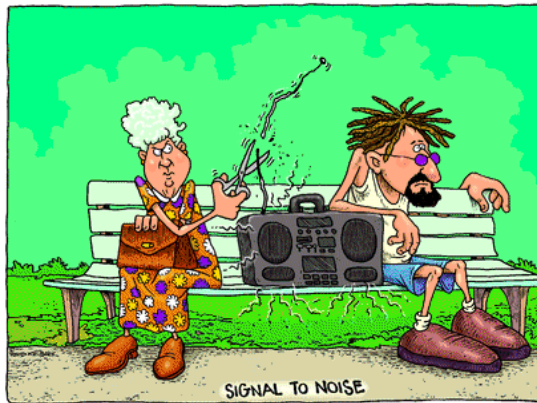


Figura 3 - Som versus ruído [23].

Quando a sensação associada a um determinado estímulo auditivo é considerada pelo ouvinte como indesejada, prejudicial ou desagradável, o recetor define-o como *ruído*. Percebe-se, assim, que o mesmo estímulo sonoro possa ser considerado como um *som* ou um *ruído*, em função do gosto individual do recetor e da interpretação que este lhe atribui [22].

## 2.2.2. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO SOM

Um dado som pode ser caracterizado pelo *nível de pressão sonora*, pela *frequência* e pelo *tempo de duração* [24].

A *pressão sonora* trata-se da variação entre a pressão ambiente instantânea e a pressão atmosférica a partir da qual o ouvido consegue captar essas variações ( $\approx 10^5$  Pa). O valor mínimo da variação de pressão audível por um ser humano saudável, denominado por *limiar da audição*, é de  $2 \times 10^{-5}$  Pa, enquanto o valor extremo, *limiar da dor*, é de 100 Pa. Desta forma, a amplitude da audição humana, em termos de pressão sonora, é de  $10^7$ . Esta escala de variação é muito ampla, pelo que a utilização da unidade Pascal para caracterização da pressão sonora gera valores muito díspares, de difícil comparação e análise.

Recorreu-se, então, à conversão da escala linear em Pascal para uma escala logarítmica, a partir da qual se obtém o nível de pressão sonora, que utiliza uma escala em *bel*, denominação atribuída em honra do cientista *Alexander Graham Bell*. A unidade de grandeza desta escala de níveis de pressão sonora é o *decibel* (dB) que corresponde a 1/10 do *bel* [24].

O nível de pressão sonora é calculado através da Eq. 1:

$$L_p = 10 \times \log_{10} \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \times \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que  $L_p$  corresponde ao nível de pressão sonora, em dB,  $p$  à pressão sonora em Pa e  $p_0$  à pressão sonora de referência ( $2 \times 10^{-5}$  Pa), o limiar mínimo de audição [25].

Por definição, a *frequência* de um fenómeno periódico, como é o caso de uma onda sonora, corresponde ao número de ciclos por segundo em que esse fenómeno se repete, e é expressa em *hertz*

(Hz) , em honra ao físico alemão *Heinrich Hertz* [25]. Um hertz equivale a uma vibração por segundo [26]. A um maior número de ciclos por intervalo de tempo corresponde um som de alta frequência e a um menor número de ciclos um som de baixa frequência (Figura 4).

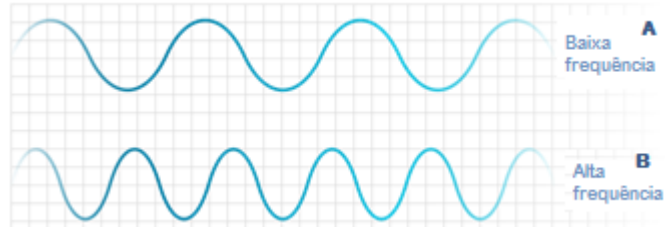


Figura 4 - Representação de uma onda de baixa frequência (A) e de alta frequência (B) (adaptado de [27]) .

Por norma, em Acústica encontram-se categorizadas três grandes zonas de frequências: graves (20 a 355 Hz), médias (355 a 1.410 Hz) e agudas (1.410 a 20.000 Hz) [24]. O ouvido humano (genericamente de um jovem adulto de audição normal) consegue captar sons com frequências que variam entre 20 e 20.000 Hz. Os sons com frequências inferiores são considerados infrassons e os de frequência superior ultrassons Figura 5 [21, 24].

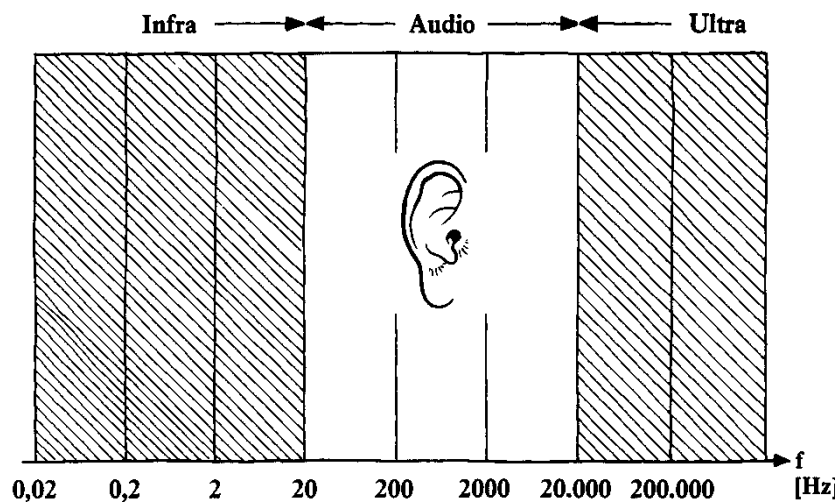


Figura 5 - Gamas de frequências captadas pelo ouvido humano [24].

A sensibilidade auditiva do ouvido humano varia em frequência. Este órgão é particularmente sensível no intervalo dos 2.300 a 2.800 Hz e muito pouco sensível para emissões sonoras de baixas frequências (Figura 6). No entanto, a sensibilidade do ouvido humano também está dependente da intensidade sonora com que o próprio som é emitido [24].

Esta sensibilidade é uma particularidade do ouvido humano, não sendo naturalmente reproduzida pelos equipamentos. Para traduzir esta limitação é necessário ajustar a sensibilidade dos equipamentos aproximando-os à sensibilidade do ouvido humano. Esse ajuste é efetuado através da aplicação de filtros eletrónicos nos aparelhos que corrigem os valores medidos através de curvas de ponderação [24].

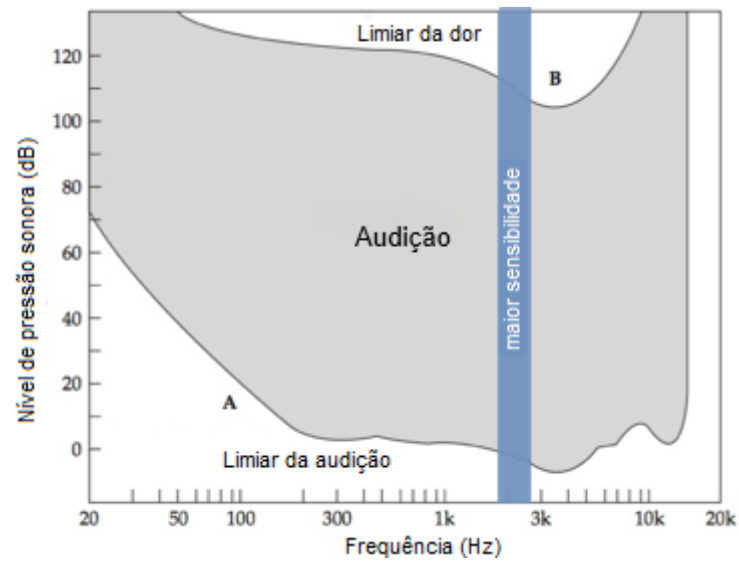


Figura 6 – Amplitude do campo auditivo, com destaque da zona de maior sensibilidade do ouvido humano (adaptado de [28]).

As curvas de ponderação são curvas de igual percepção subjetiva da intensidade sonora, escalonadas pela unidade *fone*. O *fone* é uma unidade que assume, por convenção, o valor numérico do respetivo nível de pressão sonora na frequência de 1.000 Hz (Figura 7) [24].

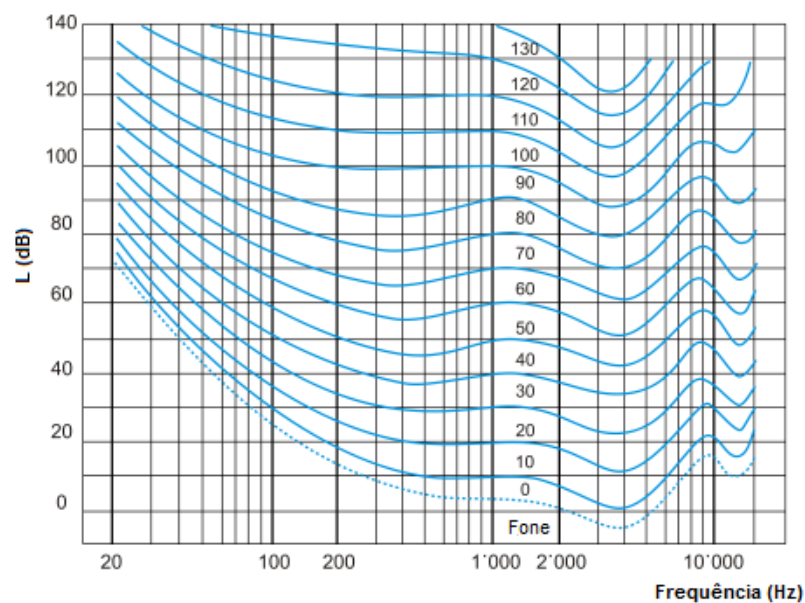


Figura 7 - Curvas de igual sensibilidade auditiva, em fone (adaptado de [29]).

Os filtros atualmente existentes designam-se por filtro A, B, C e D (Figura 8) [24]. Os filtros A, B e C são uma inversão das curvas dos 40, 70 e 100 fones, respetivamente, sendo que o filtro A foi desenvolvido para ruídos de fraca intensidade (20 a 55 dB) enquanto que o B e C para ruídos mais intensos (55 a 85 dB e superiores a 85 dB) [20, 21]. Atualmente o filtro A é praticamente utilizado de forma universal [24].

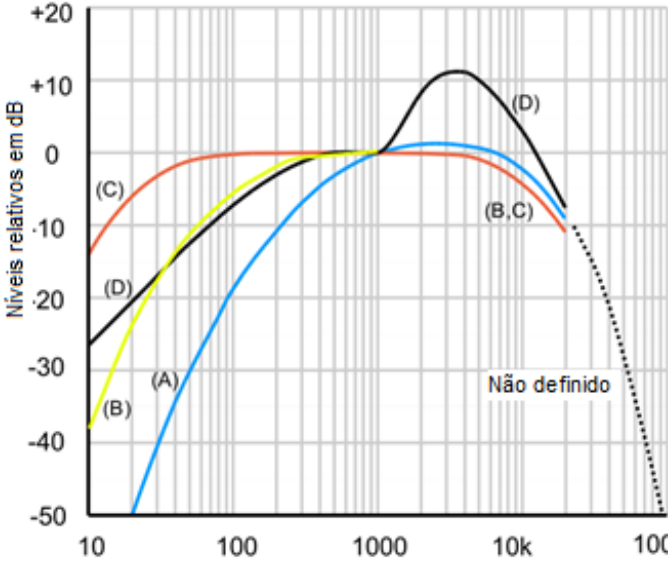


Figura 8 - Representação das curvas de ponderação (filtros) A, B, C e D (adaptado de [30]).

Os valores ponderados são obtidos através da adição algébrica dos valores medidos dos níveis de pressão sonora em dB com os valores corretivos [24].

Tendo em conta a variação dos níveis de pressão sonora para a maior parte dos sons ao longo do tempo, não é conveniente basear a sua caracterização com base em valores instantâneos. Para o efeito, recorre-se a descritores estatísticos e/ou energéticos, descrevendo com um único valor (ou um conjunto de valores únicos) o fenómeno acústico ocorrido num dado intervalo de tempo.

O principal parâmetro descritor energético é o “*nível de pressão sonora contínua equivalente*”  $L_{eq}$  que se define como um valor equivalente ao valor que seria necessário ocorrer durante um intervalo de tempo para produzir a mesma energia que o som que se deseja avaliar (Figura 9) [24].

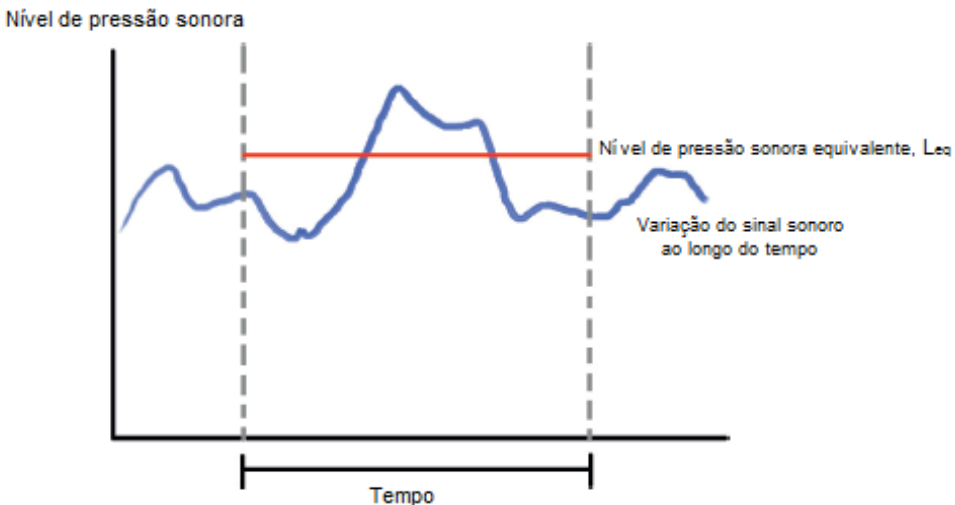


Figura 9 - Representação do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{eq}$ ) (adaptado de [20]).

Este parâmetro é calculado através da Eq. 2:

$$L_{eq} = 10 \times \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{p(t)^2}{p_0} \right) dt \quad \text{Eq. 2}$$

Os parâmetros estatísticos estão associados a percentis de densidade de probabilidade. Definindo-se  $L_N$  como o como o “nível de pressão sonora que num dado intervalo de tempo é excedido em  $N\%$  da duração temporal desse intervalo” [24].

No contexto da presente investigação, destacam-se como parâmetros estatísticos o  $L_{A50}$  e o  $L_{A95}$ , que correspondem ao nível sonoro (dB) excedido em 50% e 95% do tempo de medição, respetivamente. O  $L_{A50}$  representa a mediana dos valores dos níveis de ruído, enquanto que o  $L_{A95}$  é representativo do ruído de fundo.

Estes são descritores do ruído ainda utilizados em Portugal apesar de já não constarem na legislação nacional [24] com a entrada do Regulamento Geral do Ruído [31] e do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios [32]. A Figura 10 permite comparar as diferenças entre vários parâmetros estatísticos.

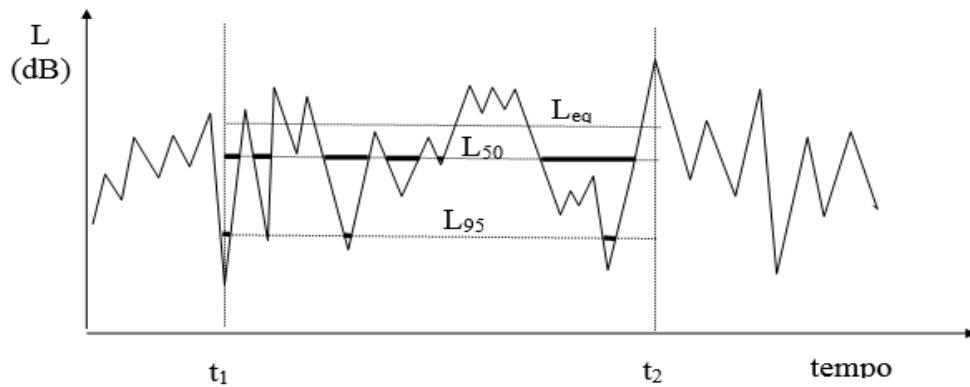


Figura 10 - Exemplo ilustrativo das diferenças entre  $L_{50}$ ,  $L_{95}$  e  $L_{eq}$  [24].

### 2.2.3. PROPAGAÇÃO DO SOM

As ondas sonoras propagam-se de forma concêntrica e esférica em função de uma fonte sonora e através de um meio elástico, geralmente o ar [21].

A propagação do som desenvolve-se a partir de um ponto onde as partículas são estimuladas criando uma variação de pressão. Devido a esse estímulo, as partículas vão colidindo sucessivamente entre si, propagando-se através da formação de zonas de compressão (onde a pressão do ar é mais elevada do que a pressão atmosférica) e rarefação (onde a pressão do ar é mais baixa do que a pressão atmosférica), como observável na Figura 11 [21].

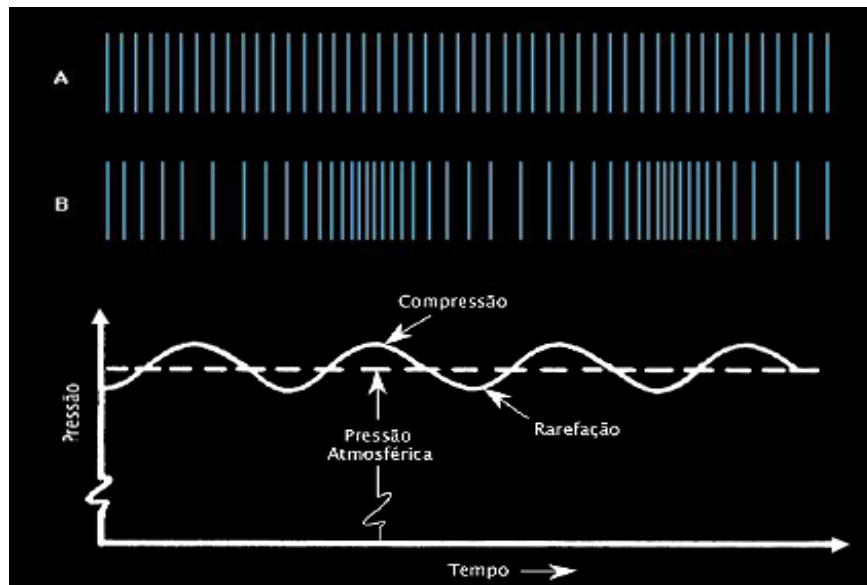


Figura 11 - Representação de uma onda sonora. (A) Ar no equilíbrio, com ausência de onda sonora; (B) compressões e rarefações que constituem uma onda sonora; (C) representação transversal da onda com referência a pressão atmosférica (adaptado de [33]).

O som propaga-se no ar com as propriedades típicas das ondas longitudinais, ou seja, as partículas do meio movem-se na mesma direção que a propagação da onda [34]. Apesar do fenómeno acústico gerar a excitação das moléculas, não provoca o seu deslocamento permanente, voltando à sua posição de equilíbrio (Figura 12) [21].

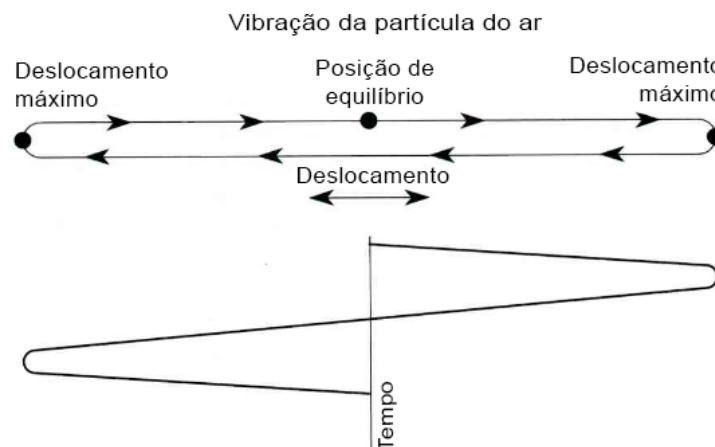


Figura 12 - Movimento das partículas durante a propagação do som (adaptado de [21]).

O som obedece à lei da radiação, o que significa que a sua intensidade diminui proporcionalmente com a distância à fonte [34]. À medida que o som se afasta de uma fonte ao ar livre, é atenuado através de uma variedade de mecanismos de atenuação, como por exemplo, atenuação por divergência geométrica, devida ao ar, devida a densa vegetação e devida a ação dos gradientes de temperatura e velocidade do vento [20, 24].

#### 2.2.4. FONTES SONORAS

Uma *fonte sonora* é o centro de propagação a partir do qual o som se alastra sob a forma de ondas esféricas concêntricas, através da vibração do meio elástico [18].

As fontes podem ser categorizadas como *pontuais*, se o emissor se assemelha a um único ponto do espaço, ou *lineares*, quando se desenvolvem a partir de segmento linear. Como exemplos de fontes pontuais, podem-se considerar os aviões, sinos de igreja e chaminés de fábricas. Enquanto que, como fontes lineares, apresentam-se as linhas de alta tensão e as vias ferroviárias, mas também as vias rodoviárias, uma vez que apesar de, individualmente, os carros equivalerem a fontes pontuais, no seu conjunto, tendo em conta o contexto de uma estrada com elevado tráfego automóvel, poderem ser classificados como uma fonte linear [24].

No contexto da presente investigação, são consideradas as mais diversas fontes de ruído, especialmente as definidas pela legislação nacional em vigor como a “*ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito*” [31].

Na Figura 13 estão representadas algumas das fontes de ruído mais comuns, conjuntamente com os valores de frequência que tipicamente apresentam, ilustrando a sua posição numa escala de nível sonoro.

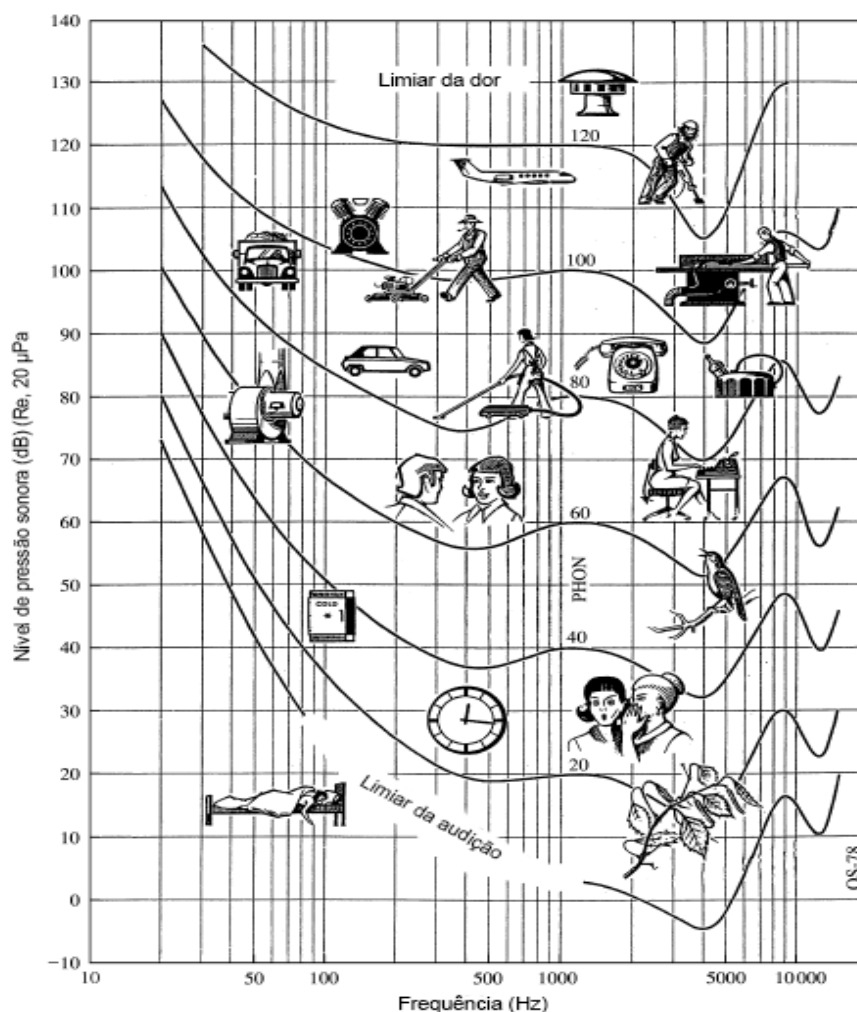


Figura 13 - Níveis de pressão sonora e frequências típicas de fontes de ruído comuns (adaptado de [34]).



De acordo com a sua duração e natureza da fonte podem-se individualizar três tipos de ruídos: *contínuos*, *intermitentes* ou *impulsivos*. O ruído *contínuo* é um ruído constante ao longo do tempo. Um bom exemplo de uma fonte deste tipo de ruído é uma unidade de ar-condicionado de operação contínua. O ruído *intermitente* processa-se por ciclos, geralmente em intervalos irregulares, sendo exemplos o uso intermitente de uma serra de madeira, o arranque de uma empilhadora num armazém ou o ruído resultante da passagem de um avião. O ruído *impulsivo* trata-se de um ruído súbito e brusco que decorre durante um intervalo de curta duração, sendo resultante de um impacto ou de uma explosão. São exemplos deste tipo de ruído as sirenes de veículos de emergência ou os foguetes [20].

A posição relativa na qual se encontra localizada a fonte de ruído, é um importante fator na sua propagação. Quando duas fontes estão presentes em simultâneo num meio livre, uma das fontes pode interferir com a percepção da outra. Esta interferência é reduzida se as duas estiverem localizadas em diferentes direções relativamente ao ouvinte. Se o ruído vier da mesma direção, o impacto na experiência acústica é máximo, bem como os efeitos que advêm da situação, nomeadamente a incomodidade. Portanto, se uma segunda fonte não puder ser eliminada, os efeitos podem ser atenuados mudando de local uma das fontes em função da outra [25].

Como observável nos capítulos que se seguem, o processo de percepção de ruído é um fenómeno de carácter complexo, que extrapola as características físicas da propagação e dependente de múltiplos fatores.

## 2.3. PERCEÇÃO DO RUÍDO

### 2.3.1. INTRODUÇÃO

A experiência acústica é um sistema que envolve três elementos básicos: uma fonte sonora, um meio de transmissão e um recetor (Figura 14) [25].

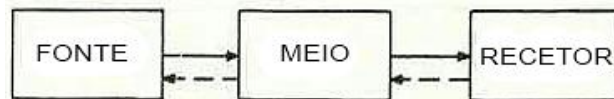


Figura 14 - Diagrama esquemático da experiência acústica (adaptado de [25]).

Sem o recetor não existe um fenómeno acústico, o que evidencia o papel preponderante do ouvinte nesta dinâmica. É através do sistema auditivo que o recetor consegue captar a mensagem sonora para, posteriormente, a interpretar. Assim, é importante perceber como é que o sistema auditivo funciona, como é que estes mecanismos se processam, bem quais os seus efeitos na saúde humana e as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) que advêm desses efeitos.

### 2.3.2. SISTEMA AUDITIVO

Ouvir é uma das funções psicológicas através da qual as pessoas percecionam o meio envolvente [6]. Essa função é desempenhada pelo sistema auditivo, que engloba um conjunto de órgãos periféricos e regiões específicas no sistema nervoso central. Além do mecanismo de audição, este sistema desempenha uma importante função de sensação de equilíbrio [35].

Anatomicamente, o ouvido é constituído por três partes: o ouvido externo (pavilhão da orelha, canal auditivo e tímpano), o ouvido médio (ossículos, martelo, bigorna e estribo) e o ouvido interno (cóclea) (Figura 15) [24].

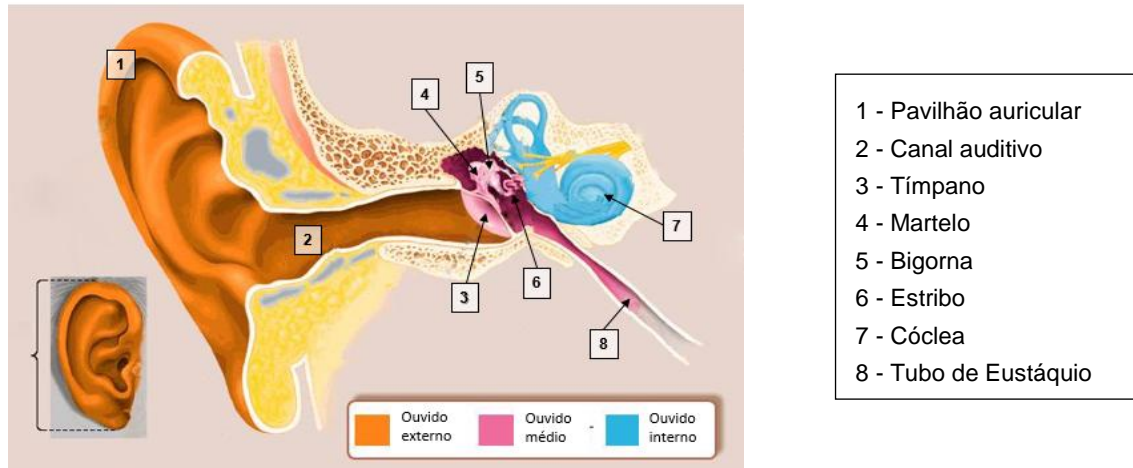


Figura 15 - Estrutura do ouvido humano (adaptado de [35]).

O ouvido externo capta o som e converte-o num movimento vibratório do tímpano. Apresenta uma estrutura cartilaginosa, o pavilhão da orelha, cuja forma ajuda na receção de sons e proporciona alguma discriminação direcional. Este pavilhão forma a entrada do canal auditivo, que por sua vez conduz ondas sonoras ao tímpano. O canal auditivo, com cerca de 5 a 7 mm de diâmetro e cerca de 27 mm de comprimento, atua como um tubo, fechado numa extremidade, no qual se forma frequência de ressonância natural de aproximadamente 300 Hz. Essa ressonância aumenta a sensibilidade da audição nesta região. No fim do canal auditivo, encontra-se o tímpano, que separa o ouvido externo do ouvido médio [25].

O ouvido médio é uma cavidade cheia de ar de cerca de  $2 \text{ cm}^3$  que apresenta um mecanismo que transmite o movimento vibratório do tímpano para o ouvido interno. Este mecanismo envolve três pequenos ossos: o martelo que está ligado ao tímpano, o bigorna que forma uma alavanca de interligação, e o estribo que se anexa à janela oval, que por sua vez serve como entrada para a cóclea [25]. Estes ossículos funcionam como um amplificador, permitindo que as ondas sonoras passem do meio aéreo para o meio líquido no interior da cóclea [24].

O ouvido interno é um sistema complexo de vários canais. Dentro dele estão localizadas as terminações nervosas sensoriais que proporcionam a sensação de equilíbrio e audição [25]. O ouvido interno contém a cóclea que constitui o órgão sensorial terminal do mecanismo da audição, onde a vibração associada ao estímulo sonoro é convertida num estímulo de natureza eletroquímica, que posteriormente irá ser interpretada pelo córtex cerebral [36].

### 2.3.3. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE

A Organização Mundial de Saúde (OMS) [37] define os efeitos adversos do ruído como sendo uma alteração da morfologia e fisiologia de um organismo, que resulta na diminuição da capacidade funcional e da capacidade de compensar o stress adicional, ou no aumento da suscetibilidade do organismo em relação aos efeitos nocivos de outros fatores ambientais.

Os efeitos causados pelo ruído na saúde podem ser divididos em três categorias principais: psicológicos, sociais e fisiológicos [34]. Esses efeitos podem-se manifestar, direta ou indiretamente (Figura 16), podendo desencadear, doenças cardiovasculares, e, em última instância, a morte [38].

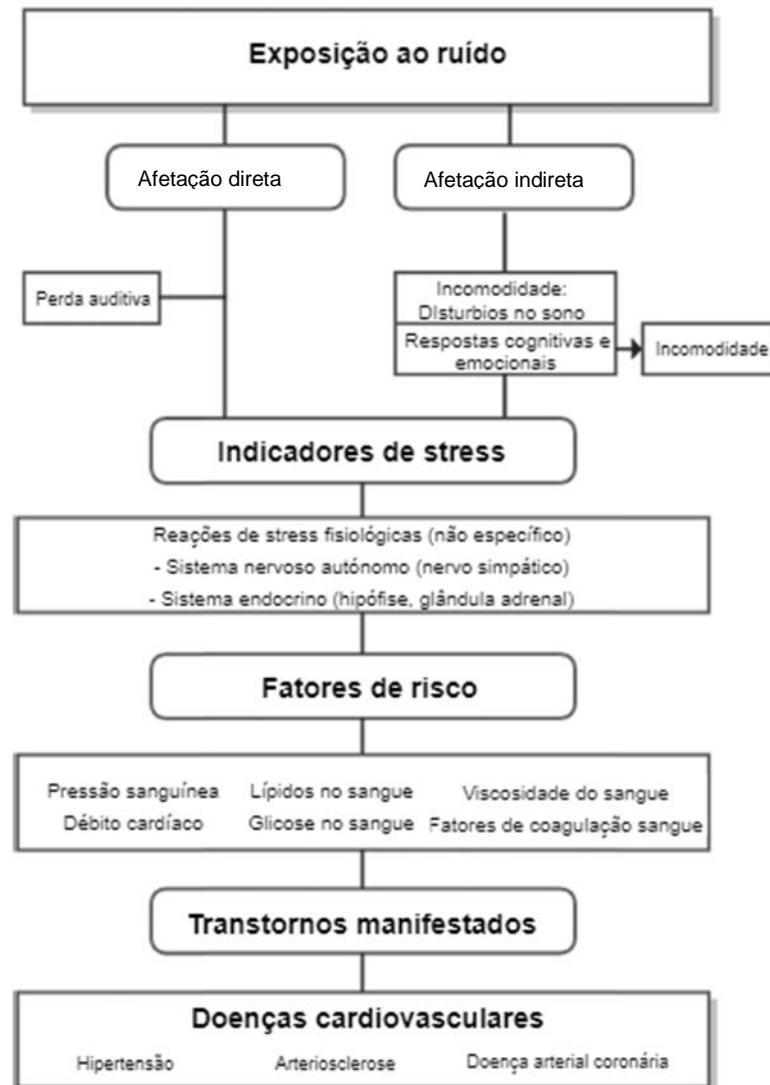


Figura 16 - Efeitos do ruído na saúde (adaptado de [38]).

A manifestação direta do ruído resulta da interação instantânea do nervo acústico com as várias estruturas do sistema nervoso central, levando à diminuição da capacidade auditiva. Esta é uma consequência direta dos efeitos da energia sonora no ouvido interno [38, 39].

Apesar de elevados níveis de exposição estarem intimamente relacionados com os efeitos diretos do ruído, tal não significa que a diminuição da exposição ao ruído neutralize o seu caráter nocivo. Segundo a OMS, são vários os estudos realizados que evidenciam que a exposição ao ruído, mesmo para um nível moderado, manifesta-se indiretamente e tem efeitos na saúde [37]. Assim, os efeitos agudos do ruído podem ocorrer mesmo em ambientes com níveis sonoros relativamente baixos,

normalmente procurados para atividades de lazer, com o intuito de propiciar o relaxamento, concentração e descanso [40].

A Figura 17 mostra a pirâmide da OMS, onde está patente a extensão dos impactes associados à exposição crónica ao ruído, desde a incomodidade à mortalidade. Os efeitos mais significativos do ruído ambiental, em termos de número de pessoas afetadas, correspondem à incomodidade sonora e a perturbações do sono. Ambos apresentam-se como fortes indutores de stress, potenciando sérios problemas de saúde [38].



Figura 17 - Pirâmide da OMS dos efeitos do ruído na saúde (adaptado de [41]).

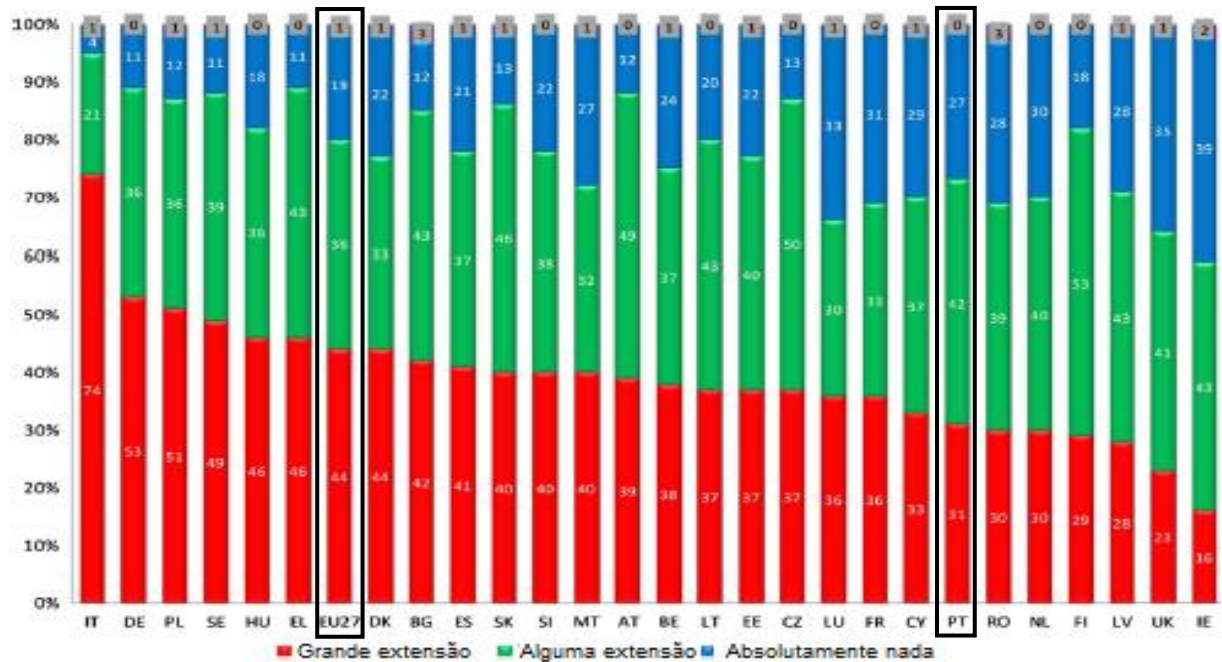


Figura 18 – Resultados da sondagem realizada a nível europeu, em 2010, sobre a perceção dos europeus sobre a afetação da sua saúde pelo ruído (adaptado de [38]).

Uma sondagem realizada a nível europeu, em 2010 [42], revelou que 44% dos europeus acreditam que o ruído afeta a saúde humana em “grande extensão”, sendo que, no caso de Portugal, este valor é de 31% (Figura 18).

De facto, atualmente, o cenário europeu em matéria de ruído é preocupante. O ruído ambiental provoca aproximadamente 10.000 mortes prematuras por ano na Europa, sendo que cerca de 20 milhões de pessoas que se sentem incomodadas e ainda 8 milhões chegam a sofrer de perturbação no sono [5].

O tráfego rodoviário é apontado como a maior fonte de poluição sonora, tanto dentro como fora das zonas urbanas (Figura 19) [43].

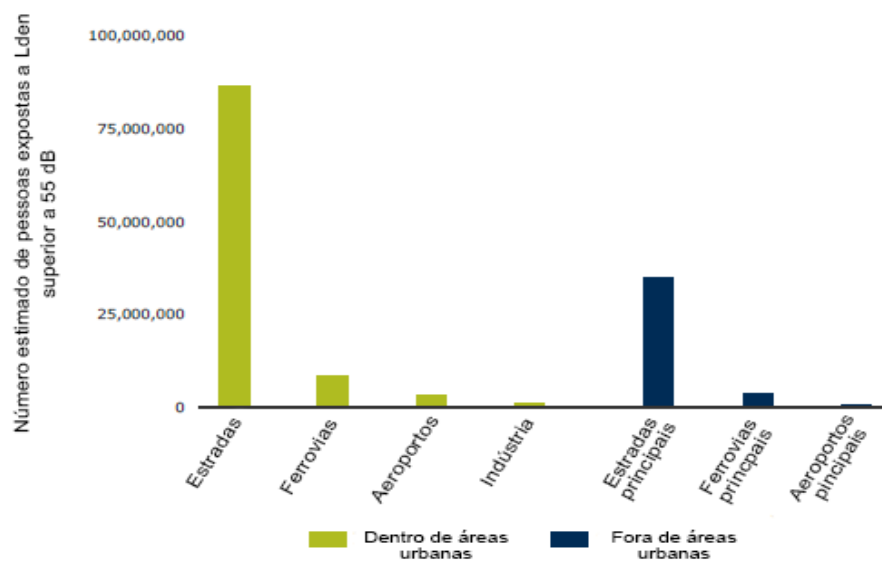


Figura 19 - Número estimado de indivíduos, na União Europeia, expostos a  $L_{den}$  superior a 55 dB, em 2012 (adaptado de [43]).

#### 2.3.4. RECOMENDAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE

Tendo em conta os diversos efeitos adversos na saúde humana já descritos no subcapítulo anterior, a OMS reconhece que o ruído a que estão sujeitas as populações constitui um grave problema de saúde pública [37].

Deste modo, é recomendado que em áreas residenciais o nível sonoro contínuo equivalente, no exterior, não ultrapasse os 55 dB(A). Apesar de níveis sonoros até 50 dB(A) poderem causar perturbações, a OMS reconhece que o organismo se adapta facilmente a estes valores. Em contraste, a partir de 55 dB(A) pode haver a ocorrência de stress, acompanhado de desconforto [37].

No que respeita aos níveis sonoros durante o período noturno, a OMS recomenda valores máximos de níveis sonoros de 45 dB(A) no exterior. Para além disso, os níveis de pressão sonora máxima, ponderada A,  $L_{Amax}$ , dentro das habitações não devem exceder valores de 45 dB(A), mais do que 10 a 15 vezes por noite [40].

Para zonas de tráfego e comerciais, a OMS recomenda como limite de exposição ao ruído um valor não superior a 70 dB(A) sendo que, a partir deste limite, o ser humano pode sofrer de perda da acuidade auditiva. Além disso, a partir deste valor, considera-se atingido o desgaste do organismo, potenciando, entre outras patologias, o risco de enfarte, infeções, derrame cerebral e hipertensão arterial [37].

O Quadro 1 apresenta um sumário dos valores recomendados pela OMS para os diversos ambientes específicos bem como os possíveis efeitos adversos na saúde que lhe estão associados [37].

Quadro 1 - Valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde para ambientes específicos e respetivos potenciais efeitos (adaptado de [37]).

<b>Ambiente específico</b>	<b>Efeitos críticos na saúde</b>	<b>L<sub>Aeq</sub> (dB)</b>	<b>Tempo base (h)</b>	<b>L<sub>A max</sub> (dB)</b>
Espaços abertos	Incomoda seriamente, de dia e de noite	55	16	-
	Incomoda moderadamente, de dia e de noite	50	16	-
Espaços fechados, dentro de habitações	Incomoda moderadamente de dia e de noite	35	16	45
	Afeta o sono	30	8	
Fora de habitações	Causa distúrbios durante o sono, quando a janela se encontra aberta	45	8	60
Salas de aula e pavilhões escolares	Afeta a aprendizagem e o modo de passar a mensagem.	35	Durante as aulas	-
Dormitórios e salas de infantário	Afeta o sono	30	Durante o sono	45
Recreios de escolas	Incomoda	55	Durante o recreio	-
Salas de enfermaria de hospitais	Causa distúrbios no sono de dia e de noite	30	8	40
		30	16	-
Salas de tratamento de hospitais	Interfere na recuperação			
Áreas de tráfego, comerciais e industriais em espaços abertos e fechados	Causa perda da acuidade auditiva	70	24	110
Cerimónias, festivais e atividades de entretenimento	Causa perda da acuidade auditiva	100	4	110
Locais públicos	Causa perda da acuidade auditiva	85	1	110
Uso de auscultadores	Causa perda da acuidade auditiva	85	1	110
Ruído de fogo de artifício, brinquedos e armas	Causa perda da acuidade auditiva (adultos)	-	-	140
	Causa perda da acuidade auditiva (crianças)	-	-	120
Parques de diversão e zonas abertas de conversa	Afeta a tranquilidade			

## 2.4. ENQUADRAMENTO LEGAL DO RUÍDO

A aprovação da *END – Environmental Noise Directive* [44] procurou criar alguma harmonização na gestão do ruído na Europa, considerando não apenas a utilização de indicadores de ruído comuns, mas também a sua avaliação, métodos de cálculo e de medição. Com esta Diretiva pretendeu-se estruturar os procedimentos de mapeamento de ruído, definindo mecanismos de proteção dos cidadãos contra o ruído ambiental, dentro do território da União Europeia [45].

A transposição para legislação nacional dessa Diretiva com a Diretiva do Ruído Ambiente (DRA), Decreto-Lei n.º 146/2006 [46], fez com que a legislação nacional fosse ajustada, originando a criação do terceiro Código de Ruído na História da legislação portuguesa, o *Regulamento Geral do Ruído* (RGR<sub>2007</sub>) Decreto-Lei n.º 9/2007 [31], que veio substituir o *Regime Legal sobre Poluição Sonora* (RLPS) [47].

O RGR<sub>2007</sub> é aplicável a atividades ruidosas permanentes e temporárias, a infraestruturas de transporte, bem como a todas as outras fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade, sendo também extensível ao ruído de vizinhança [31].

Este decreto adotou um novo parâmetro de avaliação acústico,  $L_{den}$ , em conformidade com as indicações da DRA, com três períodos de referência (diurno (7 h - 20 h), do entardecer (20 h - 23 h) e noturno (23 h - 7 h), aos quais correspondem, respetivamente,  $L_d$ ,  $L_e$  e  $L_n$ .

Os valores do indicador de ruído diurno-entardecer-noturno,  $L_{den}$  podem ser obtidos através da Eq. 3 [31]:

$$L_{den} = 10 \log \left[ \frac{1}{24} \left( 13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10} \right) \right] \quad \text{Eq. 3}$$

Além desta alteração, a entrada em vigor do presente decreto introduziu várias mudanças no contexto da legislação nacional, da qual se salienta a necessidade de elaboração de mapas de ruído e de mapas estratégicos de ruído, planos municipais de redução de ruído (PMRR) e planos de ação, bem como a obrigação de informação pública.

No documento do RGR, os limites de níveis de ruído são estabelecidos em função do uso do solo. O zoneamento do ruído é definido tendo em conta duas formas distintas de ocupação: zonas sensíveis e zonas mistas [45]. Uma *zona sensível* corresponde à “área definida em plano municipal de ordenamento de território como vocacionada para uso habitacional ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno”. Já uma *zona mista* equivale a “uma área definida em plano municipal de ordenamento de território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível” [31].

No Quadro 2 constam os valores-limite de exposição ao ruído fixados no RGR, em função classificação de uma zona como mista ou sensível, com/sem proximidade de uma grande infraestrutura de transporte (GIT) [31].

Quadro 2 - Valores limite máximos de exposição em função da classificação acústica do território [31].

<b>Classificação de zonas</b>	<b>L<sub>den</sub></b>	<b>L<sub>n</sub></b>
Zonas mistas	65	55
Zonas sensíveis	55	45
Zonas sensíveis na proximidade de GIT existente	65	55
Zonas sensíveis na proximidade de GIT não aéreo em projeto	60	50
Zonas sensíveis na proximidade de GIT aéreo em projeto	65	55
Recetores sensíveis em zonas ainda não classificadas	63	53

As zonas sensíveis ou mistas com ocupação exposta a ruído ambiente exterior que exceda os valores-limite estabelecidos devem ser alvo de uma intervenção cujo objetivo seja a redução do ruído ambiental. Para tal, nestes casos, está estabelecido no atual RGR a elaboração de planos municipais de redução de ruído, no prazo de dois anos, cuja responsabilidade é das câmaras municipais. Este decreto prevê também, por parte dos municípios, a classificação e delimitação nos planos municipais de ordenamento de território de zonas sensíveis e de zonas mistas, sendo responsabilidade destes o acautelamento da ocupação de solos conforme a sua classificação [31].

A gestão dos problemas e efeitos do ruído, incluindo a redução de ruído, em municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100.00 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 hab./km<sup>2</sup> é assegurada através de planos de ação, de acordo com a DRA [48].



## 3 ESTADO DA ARTE

### 3.1. INTRODUÇÃO

O primeiro inquérito sobre ruído ambiental, de que há registo, realizou-se em Nova Iorque, em 1930 [24] e foi realizado pela *Noise Abatement Commission* [49], num período de mudanças transformadoras na sociedade, devido à Revolução Industrial. Este período foi marcado pela introdução de sons artificiais no dia-a-dia da população, evidenciada nas fontes identificadas no estudo mencionado e resumidas na Figura 20.



Figura 20 - Representação das fontes sonoras mencionadas no primeiro inquérito sobre ruído ambiental [50].

Desde então, têm vindo a ser desenvolvidos diversos estudos com vista à avaliação do impacto do ruído (das mais diversas fontes e proveniências) na comunidade.

Nos anos setenta do século XX, *Schultz* [51] documentou a análise de uma vasta gama de estudos, assentes em inquéritos socioacústicos, relativos ao ruído provocado pelos meios de transporte (rodoviário, ferroviário e aéreo). Os resultados obtidos nos vários inquéritos permitiram concluir que existe uma relação direta entre o número de indivíduos que se consideravam muito incomodados e o nível de pressão sonora ( $L_{Aeq}$ ) a que estavam expostos. Na sequência desta avaliação *Schultz* conseguiu estabelecer as primeiras curvas dose-resposta para cada modo de transporte, com as quais era possível obter uma estimativa do número de pessoas que se iriam sentir incomodadas ou muito incomodadas com uma infraestrutura de transporte (existente ou futura), a partir do nível sonoro percebido no recetor.

No entanto, para níveis sonoros inferiores, a correlação entre a exposição ao ruído proveniente das infraestruturas de transporte e a resposta subjetiva de cada indivíduo (incomodidade manifestada), apresenta-se como pouco significativa, destacando a importância de fatores não-acústicos, na percepção ao ruído manifestada por cada pessoa interpelada [51].

Alguns estudos têm constatado que, quanto ao fator idade e para níveis de exposição sonora semelhantes, os jovens e os idosos tendem a manifestar menor incomodidade do que os indivíduos que se encontram na faixa etária intermédia [10, 13]. Verifica-se também que as pessoas saudáveis apresentam menos incomodidade ao ruído [52] e que pessoas com um nível de educação mais elevado demonstram maior grau de incomodidade [53].

Destaca-se também que a demonstração de medo em relação a um determinado tipo de transporte, induz a percepção de um grau de incomodidade maior em comparação com os indivíduos que não são afetados por esse sentimento de receio [13].

A estratégia utilizada para lidar com o ruído também tem expressão na incomodidade sentida [54], bem como a dificuldade em “habituar-se” ao ruído [55] e o humor atual [14]. Além disso, a incomodidade sentida pelo indivíduo pode ser influenciada pela crença de que a fonte de ruído que o incomoda é importante e necessária [56], pelo motivo para frequentar o espaço [10] e pela relação do indivíduo com o espaço (se é residente, trabalhador ou visitante) [9]. A percepção das características ambientais como os odores [6, 57], qualidade do ar [6, 58], aspeto visual [6] e áreas verdes [59, 60] apresenta-se também como um fator influente na avaliação subjetiva do ruído.

A informação recolhida até aos dias de hoje tem demonstrado que a experiência acústica é um sistema complexo, dependente do seu contexto e de diversos fatores não acústicos. A introdução do conceito de paisagem sonora, por *Schafer*, nos anos setenta [61], motivou a proliferação de estudos de percepção do contexto do ambiente acústico [62-65], considerando as relações entre o indivíduo, a atividade e o local, no espaço e no tempo [63]. Esta nova linha metodológica apresenta-se como uma perspetiva holística em que o som é considerado como um recurso, distinguindo-se da existente até então, cuja abordagem se cingia ao estudo do ambiente sonoro limitado ao conceito de som como poluente [66]. Enquanto nos estudos de paisagem sonora o foco é a preferência, nos estudos sob a perspetiva do controlo de ruído ambiental o foco é a incomodidade. Mais do que serem distintas, estas duas perspetivas são complementares, sendo que a sua utilização em conjunto constitui uma mais-valia no estudo da percepção do ruído urbano [66]. Por essa razão, a presente investigação aborda o ruído ambiental tendo em conta estas duas perspetivas, considerando a incomodidade provocada, sem esquecer a satisfação em relação ao som e às características ambientais dos locais.

A revisão bibliográfica apresentada neste capítulo abrange estudos desenvolvidos em matéria de percepção do ambiente sonoro em espaços públicos, considerados relevantes para a presente investigação. É também feita uma breve referência a estudos de avaliação do ambiente sonoro referente ao contexto residencial e laboral.

### 3.2. PERCEÇÃO DE RUÍDO EM AMBIENTE URBANO

#### Cidade do México, México, 2008

Um estudo conduzido por *German et al.* [6] teve como objetivo contribuir para a análise do ruído urbano na Cidade do México, uma cidade com uma elevada densidade populacional e o centro de diversas atividades como indústria ou comércio.

Esta investigação desenvolveu-se através do estudo da reação das pessoas ao ruído urbano em espaços públicos de duas zonas diferentes da Cidade do México. A escolha destas zonas prendeu-se com o facto de estudos anteriores terem evidenciado nestes locais valores de exposição sonora elevados.

O principal objetivo foi identificar as fontes sonoras percecionadas pelos transeuntes e avaliar a sua resposta à poluição sonora nestas áreas, considerando os seguintes aspetos: satisfação com o ambiente em redor, efeitos causados pelo ruído, crenças relacionadas, incomodidade e estratégias para confrontar esse ruído. A metodologia seguida incluiu a realização de inquéritos (num total de 136), conduzidos durante o dia em simultâneo com medições do nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ), durante um minuto. O grau de incomodidade foi avaliado através de uma escala verbal de cinco pontos e de uma escala numérica de 10 pontos, onde 0 corresponde a “nenhum” e 10 a “muito elevado”. A elaboração destas duas questões seguiu as recomendações da normalização existente, ISO/TS 15666: 2003 – *Acoustics. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys* [67], descrita no ponto 4.2.1. Obteve-se um coeficiente de correlação de *Spearman* de 0,97 ( $p < 0,0001$ ) entre as duas escalas.

Os resultados mostram que, para a maior parte dos inquiridos, o ruído urbano não é considerado a característica mais relevante na melhoria da qualidade destas zonas da cidade, apesar de mostrar uma clara influência na decisão dos indivíduos em evitar determinadas atividades no exterior. Foi possível identificar uma relação entre a satisfação com o ruído e a qualidade ambiental, sendo que na maior parte das vezes, a satisfação com o ruído ambiente era concordante com a satisfação em relação a outras características como a qualidade do ar e a paisagem.

Os inquiridos que consideram que a poluição sonora tem efeitos negativos são os que se sentem mais incomodados pelo ruído. O trânsito é identificado como a fonte de ruído mais comum, sendo a principal contribuição proveniente dos transportes públicos. Quando questionados sobre estratégias para lidar ou confrontar o ruído, os inquiridos responderam que a principal estratégia será “habituar-se ao ruído”.

#### Seoul e Bundang, Coreia do Sul, 2008

*Lee e Jeon* [7] desenvolveram um estudo em que a perturbação induzida pelo ruído ambiente em espaços urbanos foi investigada através de *soundwalking*, ou seja, uma caminhada seguindo um determinado percurso, com o propósito de ouvir o som ambiente.

O *soundwalking* foi efetuado em 16 áreas urbanas de Seoul e Bundang, na Coreia do Sul, classificadas em dois grupos: residencial e de espaço público, onde os ruídos mais comuns correspondiam ao do

trânsito e das obras. O estudo decorreu durante quatro dias, no período da tarde, abrangendo 15 pessoas. Foi pedido aos participantes para caminhar em silêncio durante 30 minutos, concentrando-se nos ruídos à sua volta e, no fim, para avaliarem o incómodo causado por esses ruídos. Durante a *soundwalk*, foram feitas gravações do som, de modo a obter o  $L_{Aeq}$  correspondente a cada percurso.

O formulário dos inquéritos foi elaborado segundo a ISO/TS 15666: 2003 – *Acoustics. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*. Utilizou-se uma escala verbal de 5 pontos e uma escala numérica de 11 pontos. O questionário era formado por duas secções, tendo a primeira o objetivo de avaliar a impressão geral do ambiente sonoro e a segunda o propósito de averiguar os dados demográficos, condições de saúde e sensibilidade ao ruído no interior da habitação.

Foram derivadas curvas dose-resposta, de maneira a obter a relação entre os níveis de ruído e a percentagem de respostas “muito incomodado” e “incomodado”. Os resultados mostram que o tipo de escala usado tem influência na resposta, dado que, para uma mesma exposição de ruído, a percentagem de “muito incomodado” é maior na escala de 5 valores do que na de 11, visto que na maior parte das situações, as pessoas não escolhem valores entre 8 e 10. Dado a pequena amostra utilizada, não foi possível obter relações com outros fatores a não ser o nível de ruído ambiente, apresentando-se como limitação do estudo a necessidade de uma amostra maior.

### **Hong Kong, China, 2011**

*Lin e Lam* [8] procuram caracterizar o ambiente acústico de espaços abertos na cidade de Hong Kong, uma das cidades mais densamente povoadas do mundo e com um elevado nível de ruído de tráfego. Este estudo incidiu na percepção sonora dos visitantes desses espaços, uma vez que o nível de ruído existente pode afetar a experiência destes em relação aos locais selecionados.

Foram selecionados 25 espaços abertos urbanos, de vários tipos e tamanhos, com diferentes utilizações dos espaços circundantes. Esta seleção teve como critério a classificação dos espaços como “calmos” (ou seja, não estavam expostos a mais do que 60 dB(A) proveniente do ruído do trânsito), tendo tal seleção sido realizada com base em mapas de ruído.

A metodologia utilizada neste estudo baseou-se em inquéritos e gravações do som ambiente nesses locais, a partir das quais se obteve, em laboratório, o nível sonoro, a intensidade e o respetivo espectro. Foram efetuadas 210 gravações e inquiridos um total de 1610 visitantes, escolhidos de maneira a representar diferentes idades, género e ocupação. Os inquiridos avaliaram, no geral e numa escala de 1 a 5, a qualidade do ambiente do local e a sua paisagem sonora.

A análise aos inquéritos mostrou uma relação próxima entre a avaliação subjetiva do ambiente em geral e o ambiente sonoro. Tal evidencia a importância do ambiente sonoro como componente do ambiente físico de espaços abertos, realçando a importância da paisagem sonora.

A qualidade acústica mostrou-se associada à tranquilidade do espaço e também a sons provenientes da natureza como água ou pássaros. O estudo demonstra que a procura destes sons é determinante na avaliação subjetiva dos inquiridos. Concluiu-se que a percepção da qualidade acústica por parte dos visitantes está fracamente relacionada com o nível sonoro, mas mais determinada pela presença ou ausência de um som desejado. Isto destaca a importância do contexto na avaliação subjetiva da qualidade acústica por parte dos visitantes, que tem implicações no design da paisagem sonora e dos espaços abertos urbanos.

## Mangalore, Índia, 2012

*Mohapathra et al.* [9] procedeu à medição do nível de ruído de origem rodoviária e à realização de inquéritos em diferentes locais ao longo de 20 km de uma autoestrada nacional na cidade de Mangalore, na Índia. Esta área engloba edifícios de várias tipologias, como indústrias, instituições de ensino e hospitais.

As medições do ruído foram feitas em 10 locais diferentes, com intervalos de 2 e 5 minutos. Foi realizado um inquérito socioacústico de incomodidade a um conjunto de 500 pessoas com diferentes ocupações e idades, de maneira a compreender qual a percepção dos residentes, comerciantes e visitantes destes locais. O objetivo do inquérito consistia em identificar os vários fatores que contribuem para a incomodidade e quais as relações entre eles, através de diagramas baseados em “*Path analysis*”. Esta metodologia aborda a inter-relação entre os diferentes parâmetros que induzem incomodidade devido ao ruído do tráfego, quantificando-os por tratamento estatístico, baseado, nomeadamente, correlações e regressões múltiplas [9].

As respostas foram classificadas de acordo com as perturbações causadas durante a realização de várias atividades (dormir, comer, falar, ouvir rádio, ver televisão, estudar e relaxar), com os diferentes períodos do dia (manhã, tarde, fim do dia e noite) e, ainda, com o nível de incomodidade sentido, numa escala de 4 níveis, de extremamente a não significativa. Considerando estas variáveis, desenvolveram uma análise de correlação, de maneira a identificar relações estatística e logicamente significantes.

Os dados medidos foram analisados, adotando o valor do  $L_{Aeq}$ . Os resultados mostraram que os níveis de ruído variavam entre 43 dB(A) e 100 dB(A), com os valores mais reduzidos registados perto das instituições de ensino e os mais altos perto de intersecções rodoviárias e zonas residenciais.

Os visitantes dos locais manifestaram que o ruído ambiente afeta as suas atividades diárias, ao nível da conversação e do desempenho no trabalho, resultando num nível de incomodidade mais elevado. Quanto aos residentes, sentiram-se extremamente incomodados pelo ruído no período diurno, no que diz respeito a conversar e ver televisão. A Figura 21 e a Figura 22 representam os diagramas obtidos a partir dos dados recolhidos para visitantes e residentes nos locais de estudo a partir dessa análise.

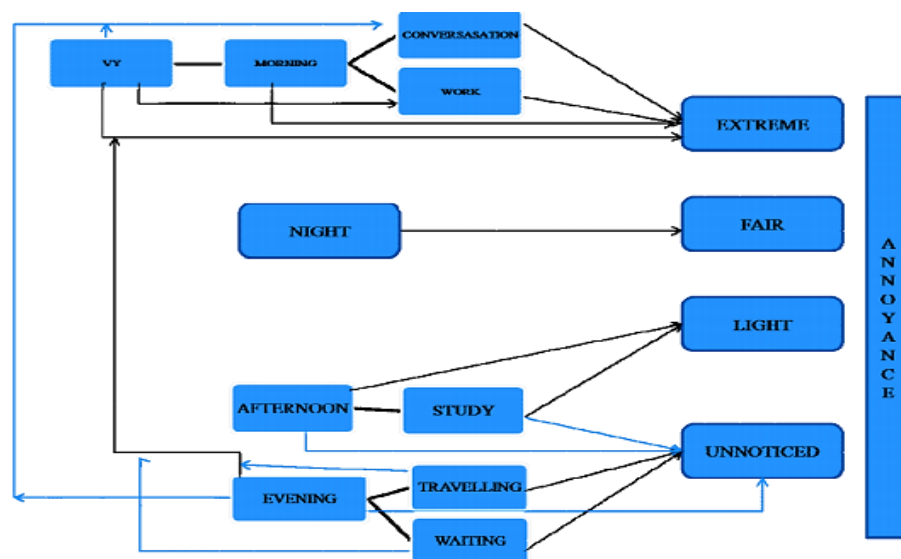


Figura 21 – Diagrama da resposta dos visitantes dos locais de estudo à incomodidade induzida pelo ruído rodoviário, segundo *Mohapathra et al.* [9].

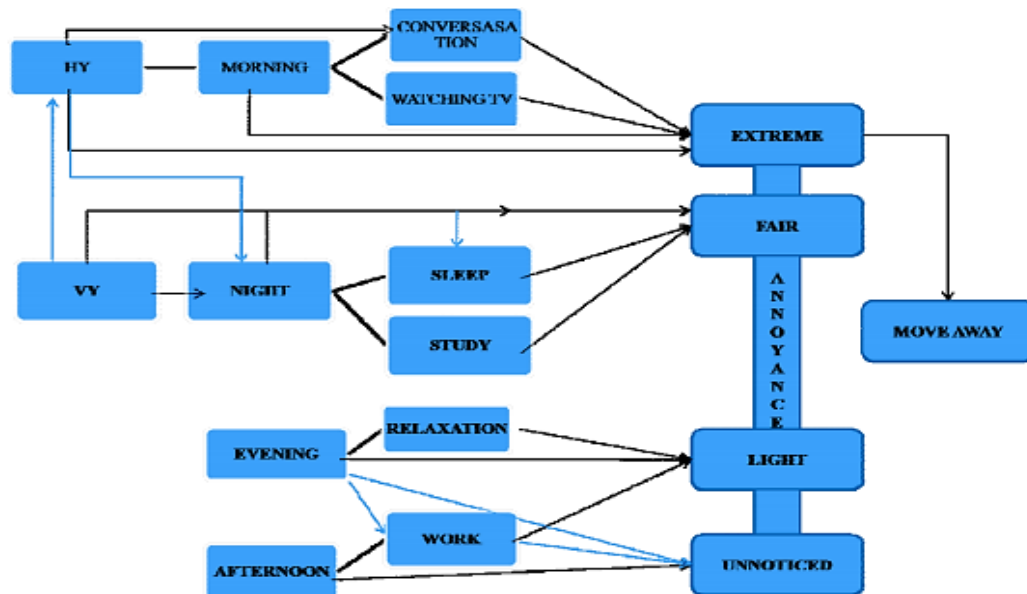


Figura 22 - Diagrama da resposta dos residentes dos locais de estudo à incomodidade induzida pelo ruído rodoviário, segundo Mohapatra *et al.* [9].

Concluiu-se que há uma forte correlação, no caso dos residentes e do público em geral, entre os efeitos do ruído e o incômodo causado. É assim necessário um controlo do ruído produzido pelo trânsito ao longo da estrada, através da adoção de medidas de minimização do ruído, de modo a diminuir as perturbações e o incômodo sentidos, minimizando o risco de doenças relacionadas com o ruído.

### Harbin, China, 2014

Um estudo conduzido por Zhou *et al.* [10] teve como objetivo determinar as características da paisagem sonora das zonas históricas de Harbin, na China, uma cidade resultante da rápida urbanização típica deste país.

A metodologia seguida baseou-se na realização de questionários e medições acústicas, tendo sido seleccionadas 4 zonas históricas, agrupadas de acordo com a sua função principal: zona de comércio, residência, lazer e turismo.

De maneira a compreender a paisagem sonora destas áreas e os fatores que a influenciam, foi pedido aos intervenientes que descrevessem todos os sons que ouviam, assim como uma avaliação do ambiente do local do questionário, usando uma escala linear com 5 níveis, onde 1 correspondia a muito insatisfeito e 5 a muito satisfeito. Este estudo considerou como fatores de influência a temperatura e a paisagem, além dos fatores culturais (identidade cultural e vitalidade), característicos das áreas históricas.

A influência das principais fontes de avaliação da paisagem sonora foi analisada através de regressões binomiais: a correlação de Pearson para analisar a correlação entre satisfação com o ambiente sonoro e a avaliação subjetiva de outros fatores ambientais e a ANOVA unidirecional para a correlação entre satisfação com o ambiente sonoro e avaliação subjetiva de fatores sociais, demográficos e comportamentais.

As principais fontes sonoras variavam de acordo com a função da área avaliada: as zonas comerciais caracterizavam-se pelos anúncios dos vendedores, as zonas de lazer e de turismo por música e nas zonas residenciais pelo ruído do trânsito. O nível sonoro contínuo equivalente registado nas 4 zonas históricas situava-se entre os 62 e 70 dB(A). Dos inquiridos, 53,6% encontra-se muito satisfeito ou satisfeito e 15,1% insatisfeito ou muito insatisfeito. O nível de satisfação foi influenciado pelo ruído de fundo, com o trânsito a gerar menos satisfação e a música mais.

O estudo concluiu que o ambiente tem um papel importante na experiência vivida pelos cidadãos, e em particular em zonas históricas. A satisfação com o ambiente sonoro encontrava-se, em grande medida, correlacionada com a avaliação subjetiva da temperatura, humidade e vento, assim como da identidade cultural, higiene pública, vitalidade, paisagem e áreas verdes. Outros fatores como a idade e a ocupação tiveram também uma influência significativa na satisfação com o ambiente sonoro: os inquiridos com mais de 60 anos mostraram estar menos satisfeitos do que os com idade entre os 18 e os 35 anos assim como as pessoas aposentadas em comparação com as pessoas profissionalmente ativas. O propósito da visita também influenciou a avaliação, sendo que os trabalhadores apresentaram valores significativamente mais baixos do que os frequentadores dos espaços por lazer. Na Figura 23 encontra-se representada a relação entre a satisfação acústica e os principais fatores sociodemográficos e comportamentais identificados.

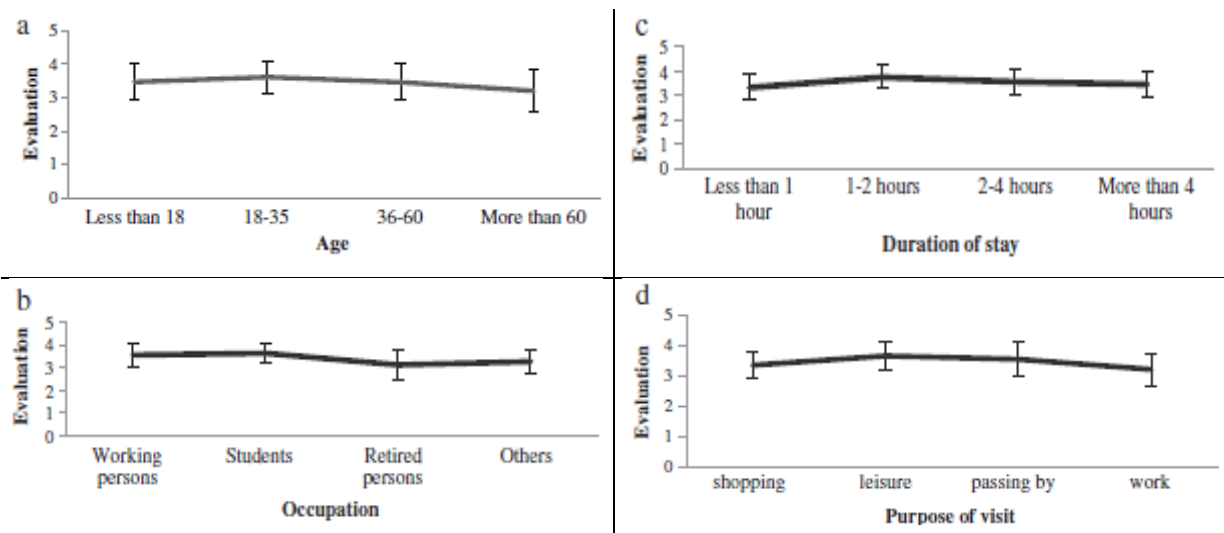


Figura 23 - Representação da influência na satisfação acústica da idade (a), ocupação (b), duração da estadia e (c) do motivo para estar no local (d), segundo Zhou *et al.* [10].

### Cárceres, Espanha, 2017

As zonas históricas urbanas distinguem-se pela sua arquitetura, planeamento urbano e funcionalidade, propiciando a identificação de um ambiente sonoro característico. Um estudo de Gozalo e Morillas [11] incidiu sobre este tipo de áreas.

Esta investigação foi conduzida através da medição dos níveis sonoros e realização de inquéritos, de maneira a conhecer a percepção dos residentes e visitantes relativamente ao centro histórico de Cáceres, em Espanha. Com este estudo pretendia-se analisar a relação entre o ambiente sonoro e as características do ambiente urbano, estudar a contribuição de diferentes fontes sonoras na percepção do

ambiente sonoro e investigar e quantificar a percepção e intensidade dos efeitos da poluição sonora de baixa frequência.

O preenchimento dos inquéritos decorreu em duas fases distintas, de modo a analisar a percepção do ambiente sonoro dos residentes e dos visitantes, separadamente. Os residentes foram questionados sobre a satisfação e avaliação do ambiente urbano, a contribuição das fontes sonoras na percepção do ambiente acústico e efeitos causados pelo ruído, num total de 70 inquéritos. Um inquérito semelhante, com a devida adaptação, foi realizado aos visitantes da cidade, num total de 50.

Foram feitas medições com um sonómetro integrador do tipo I, em diferentes pontos da cidade onde a população reside, e em 3 momentos distintos (durante o dia, à noite e de madrugada) registando o nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq}$  (dB). O mesmo procedimento foi cumprido durante os inquéritos aos visitantes, sendo feitas medições em simultâneo com o inquérito.

No geral, as características ambientais da cidade são apreciadas tanto pelos residentes como pelos visitantes dos locais, apesar destes apresentarem um grau de satisfação significativamente mais elevado. Os resultados indicam que a ausência de ruído diurno é, para ambos os grupos, a característica ambiental mais valorizada e a mais influente na percepção geral do ambiente estudado, salientando-se a importância da acústica ambiental no planeamento do território.

O ruído rodoviário apresentou-se como a fonte sonora que causou mais incomodidade entre o total dos participantes. Considerando a amostra por grupos, o bater dos sinos e o chilrear dos pássaros, marcas sonoras desta zona, foram identificados pelos visitantes como sendo a segunda e terceira fontes de som mais incómodas. No caso dos residentes a fonte sonora com mais expressão foram as obras de construção.

### 3.3. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE SONORO EM CONTEXTO RESIDENCIAL E LABORAL

A reação da população de Curitiba, Brasil, ao ruído e a identificação das principais fontes sonoras na sua origem, foi descrita por Zannin, *et al.* [68]. Para tal, realizaram 860 questionários, que foram distribuídos aleatoriamente pelos residentes e continham perguntas sobre dados demográficos, ambiente residencial e poluição sonora, nomeadamente sobre a percepção do ruído em termos de intensidade e o incómodo causado pelo mesmo.

A realização deste estudo teve como motivação a necessidade de uma avaliação subjetiva do ruído na cidade de Curitiba, visto que a investigação desenvolvida anteriormente se baseou apenas em medições [69]. Os resultados demonstraram que 60% da população inquirida considera que o ruído aumentou no período mais recente, divergindo dos resultados das medições obtidos anteriormente, que reportaram diminuição dos níveis de ruído na cidade.

O tráfego rodoviário foi considerado a principal fonte de incomodidade (73%), seguido dos vizinhos (38%). A maioria dos entrevistados respondeu que às vezes se sentiam incomodados pelo ruído na sua rua e apontou pelo menos uma dessas fontes não-contínuas como causa da incomodidade. A coexistência de fontes de ruído contínuo e não contínuo é apresentada neste estudo como uma possível explicação para o facto de, apesar de vários entrevistados classificarem o ruído como "pouco intenso", a maioria se sentir incomodada pelo mesmo.

Dos inquiridos que afirmaram que se sentiam sempre incomodados com o ruído, apenas 14% declararam que o ruído a que estão expostos é " *muito intenso* ", 58% " *intenso* ", 25% " *pouco intenso* ". O estudo concluiu que não é absolutamente necessário que o ruído seja intenso ou muito intenso para



provocar incomodidade, visto que uma quarta parte da amostra incomodada considerou o ruído como sendo de baixa intensidade.

Os efeitos do ruído mais significativos reportados foram: irritabilidade (58%), dificuldade de concentração (42%), insónia (20%) e dores de cabeça (20%), tendo-se constatado que todas as pessoas incomodadas pelo ruído acusaram pelo menos um destes sintomas.

*Michaud et al. [70]* analisaram a incomodidade devido ruído em contexto residencial no Canadá. Esta investigação foi desenvolvida por meio de inquéritos, efetuados através de chamada telefónica, abrangendo um total de 5 232 inquiridos. O objetivo era averiguar a percepção dos canadianos ao ruído ambiental, identificar quais são as fontes sonoras consideradas como mais perturbadoras e quantificar a incomodidade causada.

O estudo desenvolveu-se através de dois inquéritos. No primeiro, os inquiridos foram questionados sobre a incomodidade devido ao ruído, numa escala verbal, e sobre as fontes que mais perturbam na residência. O segundo seguiu as especificações da ISO/TS 15666: 2003 – *Acoustics. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*, baseando-se numa pergunta de incomodidade de escala verbal (cinco pontos) e noutra numérica (onze pontos).

O primeiro inquérito revelou que aproximadamente 8% dos canadianos consideram o ruído como extremamente incómoda, apontando o trânsito como a principal fonte de ruído.

O segundo inquérito revelou que, na escala verbal, 6,7% dos inquiridos considerou-se muito ou extremamente incomodado pelo ruído do trânsito. Na escala numérica, 5% dos inquiridos classificou o ruído do trânsito de 8 para cima enquanto que 9,1% considerou-o de 7 para cima. Obteve-se um coeficiente de 0.765 ( $p < 0.001$ ) entre as duas escalas.

Os resultados demonstraram que a idade e o tamanho da comunidade onde os inquiridos vivem são estaticamente significantes na classificação do ruído e que a um maior estatuto socioeconómico está associada uma maior expectativa de silêncio.

*Mark e Lui [71]* conduziram um estudo sobre os efeitos do ruído na produtividade de trabalhadores em contexto de escritório. Para tal, 259 trabalhadores de 38 escritórios com ar-condicionado em Hong Kong preencheram um questionário sobre a sua satisfação em relação ao escritório, nomeadamente em relação ao design, temperatura, qualidade do ar, iluminação e ruído. Os trabalhadores foram também inquiridos sobre a influência do ambiente de trabalho e do ruído na sua produtividade, tendo sido utilizada uma escala de cinco pontos para todas as questões.

Dos cinco fatores analisados, a temperatura e o ruído foram considerados como os que mais afetavam a produtividade. Consoante os valores médios da amostra, os participantes foram divididos em 2 grupos, baixa e alta produtividade. Observou-se que os trabalhadores de baixa produtividade eram facilmente influenciados por ruídos, como o ruído de fundo, o bater das portas e atividade humana, bem como por ruídos não específicos do exterior e interior do escritório. A conversação, o toque dos telefones e as máquinas foram consideradas as fontes de ruído mais irritantes no geral, afetando negativamente todos os participantes, pelo que os valores médios de incómodo diferiam pouco entre os participantes de baixa e alta produtividade.

Este estudo apresentava como limitação o facto de o efeito do ambiente sonoro sobre a resposta dos indivíduos durante a realização do questionário não ter sido considerado.



## 4

**ELABORAÇÃO DO INQUÉRITO SOCIOACÚSTICO****4.1. INTRODUÇÃO**

A avaliação da resposta subjetiva da população ao ruído urbano concretizou-se com recurso a um inquérito socioacústico, devidamente testado e validado. O mesmo foi desenvolvido tendo como base a revisão de literatura descrita no capítulo anterior, bem como as referências existentes. Contou-se, ainda com a colaboração da Professora Doutora Cristina Queirós, docente e investigadora na Faculdade de Psicologia da Universidade do Porto, especialista na elaboração de inquéritos.

O levantamento de dados foi efetuado durante o período diurno, pessoalmente. Os inquiridos foram abordados em distintos espaços urbanos da cidade do Porto, preenchendo o inquérito de forma voluntária, com a autora presente e devidamente identificada. A duração do inquérito apresentou um espectro temporal relativamente alargado, entre 4 a 11 minutos, realizando-se num dispositivo eletrónico (*tablet*) que permitia a georreferenciação das respostas. Todas as respostas foram anónimas e os participantes foram selecionados aleatoriamente. Os intervenientes participaram nesta investigação tendo total conhecimento do objetivo do mesmo, contribuindo esta experiência, inevitavelmente, para a sua sensibilização individual para a temática do ruído em contexto urbano. Registaram-se os comentários expressos pelos participantes fora do preenchimento do inquérito, nomeadamente sobre a cidade ou sobre o ruído em geral, visto que os mesmos contêm ansiedades e opiniões importantes para a compreensão dos resultados obtidos, ainda que altamente subjetivas.

O inquérito elaborado foi desenvolvido em quatro idiomas (português, espanhol, inglês e francês), tendo sido concebido inicialmente na língua oficial do país, português, e, mais tarde, traduzido para os restantes idiomas com o auxílio de nativos e/ou conhecedores da língua. Além de questões relativas aos dados sociodemográficos e à satisfação dos inquiridos com a cidade do Porto, o inquérito abrange a contribuição das fontes de ruído para a percepção do ambiente sonoro, a incomodidade causada e os efeitos do ruído no bem-estar do ser humano. Este estudo compreendeu também a avaliação de diferentes perspetivas sobre a percepção do ruído, visando nativos (residentes e/ou trabalhadores) e visitantes da cidade.

Antes do trabalho de campo, foram estabelecidas duas fases para um estudo piloto com o objetivo de testar e validar o questionário e aprimorar os procedimentos do trabalho de campo. A primeira fase ocorreu na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e a segunda na Rua das Flores. Decorrente da aplicação do pré-teste, identificaram-se oportunidades de melhoria do formulário e efetuaram-se as devidas alterações, obtendo-se o inquérito final. Participaram neste estudo um total de 505 inquiridos: 65 no pré-teste e 440 no estudo final.

O estudo piloto ocorreu em meados do mês de abril e início do mês de maio, durante a semana, e o estudo final sucedeu-se durante os meses de maio, junho e julho, durante a semana e aos fins-de-semana.

## 4.2. CONCEÇÃO DO QUESTIONÁRIO

### 4.2.1. PRINCÍPIOS

Com a elaboração do presente inquérito pretendeu-se obter um formulário de carácter acessível, universal e abrangente. Para tal, consideraram-se todos os aspetos do questionário, nomeadamente a ferramenta utilizada para o seu preenchimento, o *design*, o tipo de vocabulário selecionado e a bibliografia e normalização existentes.

A utilização do inquérito como instrumento de avaliação foi concretizada através de um dispositivo eletrónico, *tablet* Acer Iconia A3-A20 de 10,1 polegadas, tendo a formatação do formulário sido adaptada a estas dimensões. O recurso a esta tecnologia suporta o carácter prático e acessível do questionário, disponível em qualquer lugar. Tendo em conta que é necessário envolver um número considerável de participantes para viabilizar a análise estatística [72], este dispositivo facilita e acelera o processo de recolha e tratamento de dados.

O questionário foi desenvolvido na plataforma *SurveyAnyplace*. No *layout*, projetado para proporcionar uma *interface* agradável ao entrevistado, incluiu-se o uso de linhas suaves, cores agradáveis, opções de resposta intuitivas, bem como ícones ilustrativos como complemento para tornar mais perceptível e rápido o preenchimento de determinadas questões. Houve uma intencionalidade no uso de tons azuis, nomeadamente o tom do logotipo da cidade, por forma a fazer a ponte com o seu manual de imagem.

Tendo como premissa a universalidade do inquérito, recorreu-se a uma linguagem clara e o mais simplificada possível, para garantir a compreensão e o preenchimento inequívoco do mesmo. Deu-se preferência à adoção de terminologias mais simples, ainda que menos adequadas em contexto científico, como “barulhenta” em vez de “ruidosa” ou “tipos de ruído” como “fontes de ruído”, com o objetivo de construir um vocabulário acessível à maioria da população, sem diferenciação de faixa etária, nível de escolaridade ou área de formação. Ainda tendo em conta a universalidade da sua aplicação, além da língua materna do país, o questionário foi desenvolvido também em espanhol, inglês e francês, por estes serem dos idiomas mais falados do mundo [74] e por se adequarem ao contexto turístico nacional atual [75].

O conteúdo do formulário teve por base o trabalho desenvolvido pela ICBEN, assim como um conjunto de várias investigações, descritas no capítulo 3. O recurso a estes estudos permitiu perceber o que foi realizado noutros centros urbanos e de que forma é que este poderia ser aplicado ao contexto da cidade do Porto, bem como possibilitar, com as devidas salvaguardas, a aplicabilidade deste inquérito a outras cidades.

A conceção do presente inquérito seguiu as especificações da norma NP 4476/2008 - *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos* [76], desenvolvida a partir da Especificação Técnica ISO/TS 15666:2003 [67]. Esta norma recomenda os procedimentos para avaliar a prevalência da incomodidade induzida pelo ruído nas habitações. O cumprimento destes procedimentos, permite ampliar a possibilidade de obter valores estatisticamente relevantes, por comparação e amostragem dos resultados dos inquéritos, e aumentar a qualidade da informação obtida [76]. Apesar do ruído em habitações não ser o contexto da presente investigação, adaptou-se a NP 4476/2008 a este estudo, visto que ainda não existe nenhuma outra normalização

referente a esta temática. O campo de aplicação desta norma compreende questões a ser colocadas, escalas de resposta e aspetos-chave à condução do inquérito e à elaboração do relatório dos resultados, não referindo métodos de análise dos dados obtidos [76].

Existem algumas tipologias de questões a que se pode recorrer, nomeadamente questões de resposta direta, questões indiretas e questões comparativas [76]. O presente estudo baseia-se em questões de resposta direta pois, de uma forma universal, têm vindo a ser aceites como a melhor maneira de obter a relação entre o ruído e as reações dos entrevistados [77]. Utilizaram-se quatro configurações distintas de itens de resposta:

- itens de resposta aberta;
- itens de seleção;
- itens de escala de avaliação de cinco pontos em forma de estrela;
- itens de escala de avaliação de cinco pontos forma de *slide*.

As questões de resposta aberta foram aplicadas a um conjunto limitado de perguntas, para recolher informação sobre dados como o tempo de residência ou a rua do local de trabalho (exemplo: Figura 24). Relativamente aos itens de seleção, abrangeram questões de resposta única, como ilustra a Figura 25 ou questões de resposta múltipla.

Por sua vez, as perguntas de avaliação basearam-se em diferentes escalas intervalares [78]. Os itens de escala de avaliação de cinco pontos em forma de estrela utilizaram-se para avaliar a satisfação do inquirido, sendo que, quanto mais satisfeito, maior é o valor da escala (exemplo: Figura 26). Enquanto que os itens de escala de avaliação de cinco pontos em forma de *slide*, utilizaram-se para avaliar o desagrado, pelo que, quanto maior o desagrado, maior é o valor da escala (exemplo: Figura 27). Esta é uma escala unipolar estendendo-se desde uma posição neutra (absolutamente nada incomodado até um polo negativo (extremamente incomodado) [76]. O recurso a estes dois últimos tipos de resposta teve como propósito uniformizar a intensidade das escalas do inquérito e evitar a inversão da escala no decorrer do seu preenchimento.

Figura 24 - Exemplo de questão com resposta aberta no inquérito.

Figura 25 - Exemplo de questão com resposta de item de seleção no inquérito.

Figura 26 - Exemplo de questão com resposta de item de escala em forma de estrela no inquérito.

Figura 27 - Exemplo de questão com resposta de item de escala em forma de slide no inquérito.

A NP 4476: 2008 recomenda a utilização de duas questões padronizadas e duas escalas de avaliação da incomodidade, uma verbal e outra numérica. É sugerido que a escala verbal apresente uma intensidade de cinco pontos: “*Absolutamente nada*”, “*Ligeiramente*”, “*Moderadamente*”, “*Muito*” e “*Extremamente*”. Relativamente à escala numérica, é recomendado que seja de onze pontos, de 0 a 10, em que 0 é “*Absolutamente nada*” e 10 “*Extremamente*”. Com a escala verbal de avaliação é possível obter uma comunicação mais clara e transparente, enquanto que a escala numérica é necessária para o controlo da consistência da resposta, podendo servir como uma segunda pergunta. Estas terminologias, bem como a formulação das duas questões, constam no documento normativo em nove línguas, tendo sido empregues nos quatro idiomas que constam no inquérito. Estes dois tipos de questões devem ser colocados antes de qualquer outra pergunta mais detalhada sobre ruído [76].

Além destas especificações, existem outras que devem ser consideradas na elaboração e condução dos inquéritos socioacústicos. Os participantes não deverão ser excluídos tendo em conta alguma pergunta prévia sobre se ouvem o ruído, nem questionados em primeiro lugar sobre se são, ou não, incomodados e, se o forem, qual o grau de incómodo. Quando for colocada uma questão sobre incomodidade, não se deve partir do princípio que o ruído está presente no local [76].

#### 4.2.2. PROCESSO DE FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DAS QUESTÕES

A conceção do presente inquérito envolveu um processo efetuado por iterações sucessivas, partindo de um conjunto de perguntas, as quais foram sendo seleccionadas e ajustadas ao propósito do projeto.

O inquérito foi apresentado aos participantes com uma introdução, que tinha como objetivo informar o inquirido sobre o pretendido e introduzir-lhe o inquérito, recorrendo à utilização de noções positivas em alternância com noções menos positivas, como se ilustra na Figura 28.



Figura 28 - Painel inicial do inquérito socioacústico.

Posteriormente, o formulário aborda um conjunto de temáticas abrangente, dividido em cinco secções principais que se enunciam na Figura 29, sucintamente descritas em pontos seguintes da dissertação. As temáticas definidas foram desenvolvidas de encontro aos objetivos traçados nesta dissertação

projeto, por forma a possibilitar uma avaliação adequada da resposta subjetiva ao ruído urbano. A Figura 29 apresenta o mapa do inquérito, expondo a dinâmica dos conteúdos abordados.

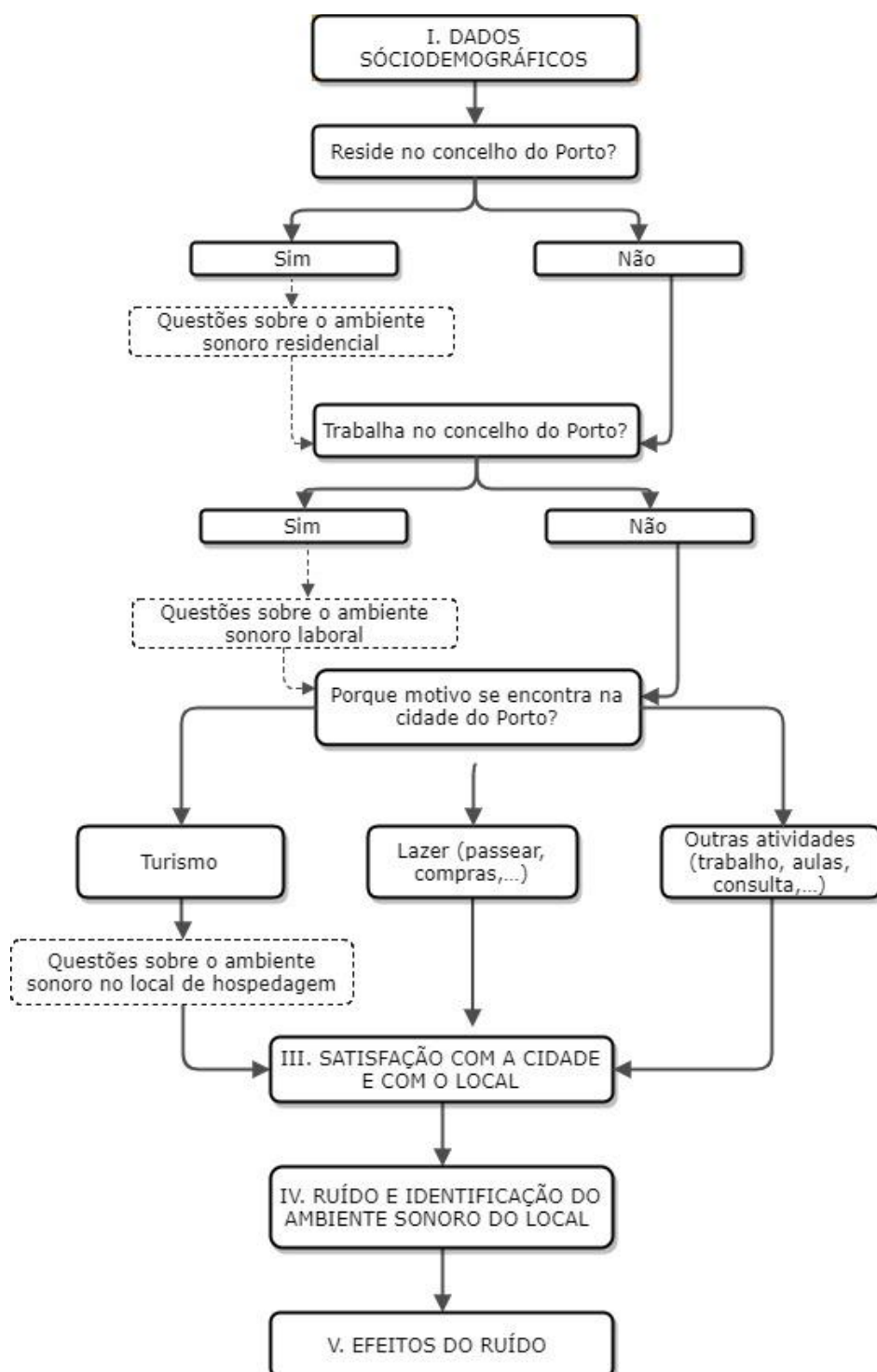


Figura 29 - Mapa das diferentes secções do questionário.

## I. Dados sociodemográficos

A primeira secção compreende um painel composto pelos campos de identificação do indivíduo, nomeadamente género, idade, nacionalidade, nível de escolaridade, situação profissional e área profissional. Com a recolha destes dados pretende-se conhecer as características gerais do inquirido, bem como a sua formação e área de conhecimento.

## II. Percepção do ruído em função da relação do inquirido com a cidade

Nesta secção é abordada a percepção do ruído na cidade do Porto em diferentes contextos, nomeadamente, residencial, laboral e recreativo. Além de se pretender obter informações sobre o ambiente sonoro da cidade em realidades distintas, a inclusão desta secção prende-se com o facto de diferentes relações com a cidade corresponderem a vivências e experiências também diferentes. Deste modo, torna-se possível analisar se a percepção do ruído nos diferentes espaços urbanos se mantém entre nativos, visitantes da cidade e entre inquiridos com motivações distintas para frequentar esses espaços. Assim, através de um conjunto de questões (*“Reside no concelho do Porto?”*, *“Trabalha no concelho do Porto?”* e *“Porque motivo se encontra na cidade do Porto?”*) identificaram-se os tipos de relação do inquirido com a cidade e definiram-se três grupos de questões específicas destinados a residentes, trabalhadores e turistas.

Os residentes, além da localização e tempo de residência, foram questionados sobre quão agradável é viver na sua zona, se consideram que o ruído aumentou na cidade desde então [79] e em que medida é que o ruído que ouvem dentro de casa os incomoda. Os inquiridos tinham ainda de identificar as principais fontes de ruído exterior, avaliando eventuais efeitos no seu descanso. Questionou-se ainda se, enquanto residentes, já apresentaram alguma queixa sobre ruído e qual o motivo que suscitou essa queixa.

Relativamente aos trabalhadores, colocaram-se questões gerais sobre o local de trabalho (como a localização, há quanto tempo trabalha nesse local e o tipo de espaço) e sobre o ambiente sonoro do mesmo, nomeadamente em que medida é que desagrada, prejudica o desempenho e dificulta a comunicação com as outras pessoas. Questionou-se também sobre a frequência com que costumam ter música ou televisão ligada durante o horário de laboração, por forma a recolher mais informações sobre o ruído de fundo do local de trabalho, nomeadamente sobre o recurso a sons de mascaramento.

No que respeita aos turistas, questionou-se sobre a duração da estadia e local de hospedagem, bem como se o ruído desse local impede de dormir ou descansar.

## III. Satisfação com a cidade e com o local

A terceira secção visa a satisfação do inquirido com a cidade e com o local, tendo como fundamento a bibliografia existente, que evidencia a influência das características da envolvente na incomodidade causada pelo ruído, bem como na percepção das fontes sonoras [80] [57] [59] [17] [12].

Assim, os participantes responderam a duas perguntas fechadas, nas quais seleccionaram as três características que mais agradam no Porto e as três características que, genericamente, mais valorizam numa cidade. As opções incluíam características físicas (aspeto visual, limpeza, ruído, odores e qualidade do ar) e funcionais (segurança, acessibilidades e espaços verdes) [6].



Relativamente ao local, os inquiridos indicaram, através de uma escala de 5 estrelas, a satisfação em relação ao aspeto visual, limpeza, segurança, ruído, acessibilidades, odores, espaços verdes e qualidade do ar.

#### IV. Ruído e caracterização do ambiente sonoro do local

Esta é a secção principal em que é abordada a temática do ruído, compreendendo a caracterização do ambiente sonoro do local em estudo.

Nesta secção estão incluídas as questões “*Considera o Porto uma cidade barulhenta?*” e “*Em geral, considera-se sensível ao ruído?*”, ambas com uma escala em forma de *slide* com 5 pontos em que 1 é “*Absolutamente nada*” e 5 é “*Extremamente*”. Com a primeira questão pretende-se obter uma avaliação global da cidade em matéria de ruído. A inclusão da segunda questão prende-se com a importância da sensibilidade ao ruído como um forte indicador da incomodidade [53] [13] [81], podendo ser mais preponderante do que a intensidade do ruído, tal como reportado por diversos autores [82] [83] [84]. Além da incomodidade, a sensibilidade está também associada a outros fatores psicossociais, de entre os quais a diminuição da qualidade de vida, perturbações no sono, distúrbios psiquiátricos e interferência no desempenho profissional [85] [86] [87] [88]. Na presente dissertação, considera-se como “sensibilidade” a suscetibilidade geral ao ruído [89], sendo um fator independente dos níveis de exposição ao mesmo e, portanto, invariante em ambientes sonoros distintos [83] [90]. Apresentando-se como um traço de personalidade que abrange as atitudes em relação ao ruído [91], a sensibilidade é normalmente avaliada através da obtenção de respostas para um item [92] [15] [93, 94], como é o caso do presente estudo, ou escalas de itens múltiplos como o *Weinstein’s Noise Sensitivity Scale* ou *Zimmer and Ellermeier’s Noise Sensitivity Questionnaire* [95] [83] [90] [96] [97].

Relativamente ao local, os inquiridos caracterizaram o ambiente sonoro avaliando o nível de ruído/intensidade do ruído que consideravam existir no espaço urbano e a incomodidade causada pelo mesmo. O nível de ruído/intensidade do ruído foi descrito pela questão “*Como avalia o ruído deste local?*” [79], através de uma escala em forma de *slide* com 5 pontos de “*Baixo*” a “*Muito alto*”. Por sua vez, a incomodidade foi avaliada adotando as questões de 5 pontos de escala verbal e de 11 pontos de escala numérica recomendadas pela Norma NP 4476 2008, já descrita neste capítulo [76]. Ainda em relação ao local, os participantes identificaram as fontes sonoras presentes, tendo avaliado o incómodo causado por cada fonte selecionada de 1 (“*Absolutamente nada*”) a 5 (“*Extremamente*”). Como opções de fontes sonoras constavam no inquérito: “*Carros*”, “*Motas*”, “*Camiões*”, “*Autocarros*”, “*Metro/comboio*”, “*Barcos*”, “*Aviões*”, “*Vozes*”, “*Música*”, “*Animais domésticos*”, “*Pássaros/Aves*”, “*Obras*”, “*Sirenes/Alarmes/Buzinas*” e “*Outro*”, sendo que os participantes podiam selecionar um número indefinido de fontes, de maneira a evitar limitações na caracterização acústica dos espaços analisados. A escolha desta lista de fontes sonoras teve como fundamento o estudo prévio desenvolvido para cada local, bem como os mais diversos estudos socioacústicos existentes [79] [6].

#### V. Efeitos do ruído

A quinta e última secção abrange os efeitos do ruído no bem-estar do ser humano. Assim, os inquiridos foram questionados sobre se consideram que o ruído afeta a saúde de “*Absolutamente nada*” a “*Extremamente*” numa escala de cinco pontos em *slide*, por forma a analisar a percepção da influência do ruído no bem-estar da população inquirida.

Relativamente aos efeitos do ruído, realizou-se uma questão de resposta múltipla com os itens “*Irritabilidade*”, “*Dificuldade em se concentrar*”, “*Problemas em dormir ou descansar*”, “*Dores de*

*cabeça*”, *“Zumbido/Incómodo nos ouvidos”*, *“Mal-estar geral”*, *“Stress ou ansiedade”*, *“Nada”* e *“Outro”*, na qual os intervenientes puderam selecionar, dentro destas hipóteses, os efeitos que habitualmente o ruído lhes causa. Esta lista baseou-se na extensa bibliografia sobre a temática [87] [79].

Por fim, o inquérito apresentava uma questão sobre a atitude perante o ruído, na qual os participantes tinham de selecionar a postura com que se identificam mais dentro das seguintes opções: *“Ignora/Tenta não prestar atenção”*, *“Procura sons agradáveis”*, *“Aborda quem causa o ruído”*, *“Muda de ambiente”*, *“Apresenta queixa”* e *“Outro”* [6]. Esta questão pode ser um complemento ao item de avaliação da sensibilidade, permitindo obter mais informações sobre a forma como cada participante lida com o ruído e a sua influência na perceção do mesmo.

#### 4.2.3. ENSAIO DO TESTE-PILOTO

Redigida a primeira versão do inquérito, realizou-se um ensaio preliminar com o objetivo de testar a sua aplicabilidade e verificar se estava em conformidade com o propósito da investigação. Consideraram-se diferentes aspetos, nomeadamente a inteligibilidade e adequação da linguagem aplicada, ambiguidade das perguntas ou respostas pré-determinadas, enviesamento das questões, conveniência da ordem dos conteúdos e da estrutura do inquérito, adequação da abordagem dos intervenientes, tempo de conclusão e identificação de reações de aborrecimento ou de impaciência.

O ensaio do teste-piloto envolveu duas fases: a primeira focada em cada questão considerada por si só e a segunda tendo em conta o questionário na sua globalidade e as condições de aplicação, tal como sugerido na literatura existente [72].

A primeira etapa foi realizada, com a devida autorização das entidades competentes, (ANEXO I), na FEUP, junto da comunidade académica, por este ser, no contexto desta investigação, um ambiente familiar e controlado. Durante esta fase, as perguntas foram colocadas tal como estavam inicialmente formuladas, tendo sido solicitado aos participantes respostas desenvolvidas ou comentadas e observações sobre o significado que atribuem às questões apresentadas.

Esta primeira experiência envolveu 38 membros da FEUP, 26 estudantes e 12 docentes, que aceitaram participar no estudo de forma voluntária. 55% da amostra era do sexo masculino e 45% do sexo feminino. As idades dos inquiridos distribuíram-se entre os 18 e 66 anos de idade, sendo que a faixa etária predominante se situou entre os 18 e os 24 anos (68%). No que respeita à relação com a cidade, 63% dos participantes eram residentes no concelho do Porto e 32% trabalhadores nesta cidade.

A segunda etapa teve lugar no centro da cidade, mais propriamente na Rua das Flores, um espaço urbano altamente turístico e movimentado. Este segundo ensaio apresentou-se como uma experiência em pequena escala, em condições, tanto quanto possível, idênticas às da aplicação definitiva. A execução desta fase do pré-teste permitiu testar a metodologia adotada e identificar a abordagem mais adequada aos frequentadores dos espaços urbanos em estudo.

Participaram nesta segunda fase do ensaio preliminar um total de 27 entrevistados, dos quais 67% eram homens. Os participantes apresentaram idades compreendidas entre os 15 e os 80 anos, sendo que a faixa etária mais predominante foi entre os 25 e os 44 anos com um valor de 41%. 70% dos inquiridos eram de origem portuguesa e os restantes de outras 8 nacionalidades. A maioria da amostra era ativa profissionalmente (63%) e 44% tinha o 12º ano de escolaridade. Relativamente à relação com a cidade, 63% dos indivíduos consultados na Rua das Flores eram residentes no concelho do Porto, 32% trabalhadores e 41% visitantes.

O teste-piloto pode ser consultado através do link: <https://surveyanyplace.com/s/ruidourbanoteste>.

#### 4.2.4. IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

A análise do ensaio preliminar do projeto teve como objetivo a identificação das oportunidades de melhoria na aplicação do inquérito, antes de avançar para trabalho de campo.

Como referido no subcapítulo anterior, a primeira etapa deste ensaio, realizada na FEUP, focou-se essencialmente na validação do questionário no que diz respeito ao seu conteúdo. Para tal, identificaram-se as questões mais comentadas e que suscitaram mais dúvidas entre os intervenientes, como é o caso da pergunta “*O que é que lhe agrada mais no Porto? Escolha 3 opções.*”. Na generalidade, os inquiridos tinham dificuldade em restringir-se ao intervalo delimitado. Notou-se que a escolha da terceira característica, e muitas vezes da segunda, já era forçada, alterando-se para “*Escolha até 3 opções.*” As hipóteses de resposta disponíveis para esta pergunta foram comentadas, não satisfazendo a amostra na generalidade. Na Figura 30 e na Figura 31, encontram-se os resultados desta questão e da questão “*O que acha que é mais importante numa cidade?*”, respetivamente, por apresentar as mesmas opções.

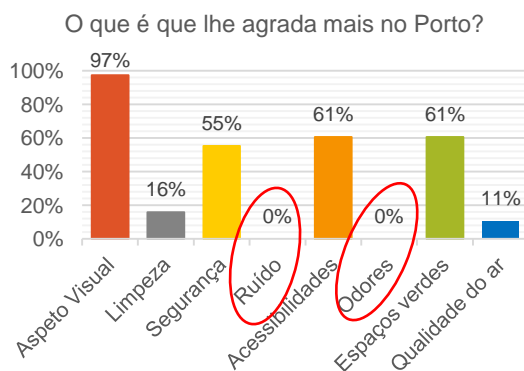


Figura 30 - Resultados da questão “*O que é que lhe agrada mais no Porto?*” obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP).

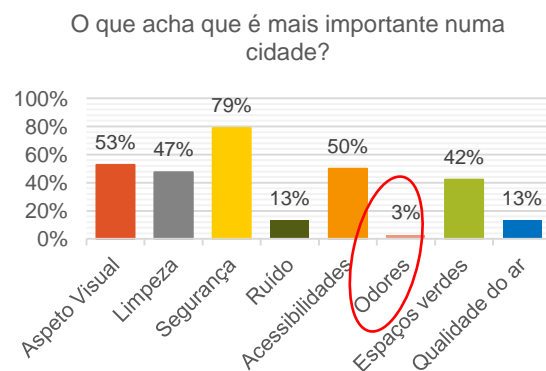


Figura 31 - Resultados da questão “*O que acha que é mais importante numa cidade?*” obtidos na primeira etapa do teste piloto (FEUP).

A análise dos resultados permitiu identificar a característica “*Odores*” como uma opção a excluir, não se adequando ao contexto citadino do Porto. A opção de resposta “*Ruído*” foi constantemente sinalizada, por ser um vocabulário com uma conexão negativa inserida num conjunto de características neutras, tendo sido substituída por “*Sons*”. Tendo em conta as sugestões dadas pelos entrevistados, atualizou-se a lista de características destas duas questões para: “*Aspeto visual*”; “*Limpeza*”; “*Segurança*”; “*Sons*”; “*Acessibilidades*”; “*Espaços/Eventos culturais*”; “*Espaços verdes*”; “*Qualidade do ar*”; “*Simpatia das pessoas*” e “*Património histórico*”.

No que respeita à negatividade associada à terminologia “*ruído*”, o mesmo sucedeu com a pergunta “*Em relação a este local, indique o seu grau de satisfação relativamente a:*”, tendo sido igualmente substituída. A questão “*Que tipo(s) de ruídos ouve neste local?*” foi alterada para “*Que tipo(s) de sons e ruídos ouve neste local?*” pelo mesmo motivo. Ao preencherem esta pergunta, os inquiridos eram induzidos a selecionar apenas sons desagradáveis, rompendo com objetivo principal de caracterizar globalmente o ambiente sonoro do local.

As questões padronizadas pela Norma NP 4476 foram, na generalidade, percebidas como repetidas pelos intervenientes nesta fase do teste-piloto. Para evitar o potencial desconforto gerado, os participantes foram contextualizados pelo entrevistador, como recomendado [76].

As questões “*Habitualmente, o ruído causa-lhe:*” e “*Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?*”, e em especial o conteúdo das suas respostas, foram também analisadas (Figura 32 e Figura 33).

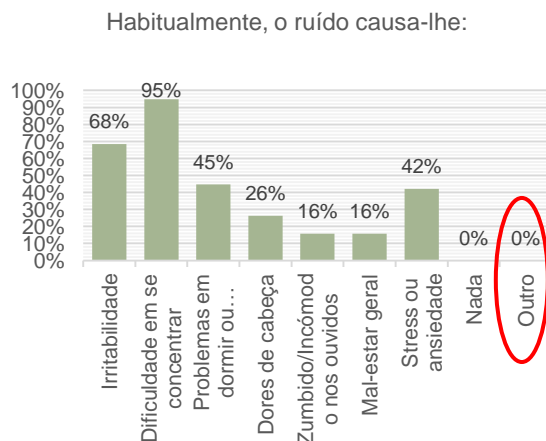


Figura 32 - Resultados da questão “*Habitualmente, o ruído causa-lhe:*” obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP).



Figura 33 - Resultados da questão “*Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?*” obtidos na primeira etapa do teste-piloto (FEUP).

Verificou-se que as hipóteses de respostas vão de encontro aos efeitos do ruído e às atitudes tomadas pelos inquiridos, tendo em conta o seu *feedback* dos e a taxa de seleção da opção “*Outro*”. Estas questões careceram de especial atenção no pré-teste, devido ao seu carácter altamente subjetivo que suscitou incertezas durante a sua conceção.

Relativamente à configuração do questionário, os participantes consideraram-no agradável e intuitivo, aumentando-se apenas o tamanho de letra para ser mais visível.

A avaliação da metodologia e da adequação da abordagem da amostra foi desenvolvida na segunda etapa do teste-piloto, realizada na Rua das Flores. Esta fase contribuiu para delinear a metodologia mais adequada para combinar a realização de medições de ruído com o preenchimento dos inquéritos. Além disso, revelou-se como sendo muito útil no que diz respeito à percepção da recetividade e da compreensão do projeto, por parte de intervenientes completamente alheios ao mesmo.

Nesta etapa foi possível testar o inquérito nos três idiomas internacionais (espanhol, inglês e francês). As traduções foram compreendidas e validadas pelos participantes.

No decorrer desta fase, foi necessário proceder a algumas alterações no conteúdo do questionário. Através do contacto com os inquiridos residentes no concelho do Porto, percebeu-se a necessidade de uma questão adicional relativamente ao isolamento sonoro das habitações. Quando os indivíduos eram questionados em relação ao incómodo provocado pelo ruído nas residências, tinham tendência a comentar relativamente ao isolamento da casa para justificar a sua resposta. Além disso, este é um fator apontado na literatura como influente na incomodidade em contexto residencial [53]. O

formulário do inquérito final passou, então, a incluir a questão “Avalie o isolamento da sua casa.”, avaliada através de um item de escala de avaliação de cinco pontos em forma de estrela.



O tempo médio de conclusão do questionário testado na Rua das Flores foi de cerca de 7 minutos, não tendo sido identificadas reações de aborrecimento ou de impaciência. Os participantes manifestaram-se de uma maneira positiva em relação ao inquérito na sua generalidade. O facto de a entrevistadora/autora estar devidamente identificada, contribuiu para o sucesso da abordagem dos inquiridos durante este ensaio, apresentando uma taxa de recusas de 7%.

Todas as alterações foram incluídas na estrutura final do inquérito.

### 4.3. ESTRUTURA FINAL DO INQUÉRITO

A estrutura final do inquérito encontra-se no Quadro 3 e pode ser acedido através do link [surveyanyplace.com/s/ruidourbanoporto](https://surveyanyplace.com/s/ruidourbanoporto). (ver ANEXO II)

Quadro 3 - Estrutura final do inquérito

Secção	Questão	Tipo e conteúdo da resposta
<b>I.</b>  <b>Dados sociodemográficos</b>	1- Sexo	Item de seleção: <i>Sim; Não</i>
	2- Idade	Item de resposta aberta
	3- Nacionalidade	Item de seleção: <i>Portuguesa; Outra. Qual?</i>
	4- Nível de escolaridade	Item de seleção: <i>4º ano; 9º ano; 12º ano; Bacharelato ou Licenciatura Pós-Bolonha; Licenciatura Pré-Bolonha; Mestrado; Doutoramento</i>
	5- Atualmente encontra-se como:	Item de seleção: <i>Estudante; Empregado; Desempregado; Reformado; Outro. Comentário.</i>
	6- Qual a sua área profissional?	Item de resposta aberta
<b>II.</b>  <b>Perceção do ruído em função da relação do inquirido com a cidade: Residentes</b>	7- Reside no concelho do Porto?	Item de seleção: <i>Sim; Não</i>
	8- Em que rua é que reside?	Item de resposta aberta; <i>Resido nas imediações deste local</i>
	9- Avalie o quão agradável é viver na sua zona.	Item de escala de avaliação de 5 pontos em forma de estrela: 
	10- Avalie o isolamento da sua casa.	Item de escala de avaliação de 5 pontos em forma de estrela:  ; <i>Comentário</i>
	11- Há quanto tempo reside na sua habitação?	Item de resposta aberta

Secção	Questão	Tipo e conteúdo da resposta
	12- Considera que o ruído aumentou no Porto desde essa altura?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente
	13- Em que medida é que o ruído que ouve dentro da sua residência o incomoda ou perturba?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente
	14- Que tipo(s) de ruído do exterior é que o incomodam dentro da sua residência? Escolha até 3 opções.	Item de seleção: <i>Carros; Motas; Camiões; Autocarros; Metro/ Comboio; Barcos; Aviões; Vizinhos; Música/ Animação noturna; Animais domésticos; Pássaros/Aves; Obras; Sirenes/ Alarmes/ Buzinas; Nenhum; Outro. Qual?</i>
	15- Algum dos ruídos que identificou o impede de dormir ou descansar?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente
	16- Alguma vez apresentou queixa devido a ruído?	Item de seleção: <i>Sim/Não</i>
	17- Qual o tipo de ruído que esteve na origem da queixa?	Item de seleção: <i>Transportes; Vizinhos; Animação noturna; Obras; Outro. Qual</i>
	18- Trabalha no concelho do Porto?	Item de seleção: <i>Sim/Não</i>
II. Percepção do ruído em função da relação do inquirido com a cidade: Trabalhadores	19- Qual a rua do seu local de trabalho?	Item de resposta aberta
	20- Há quanto tempo trabalha nesse local?	Item de resposta aberta
	21- Por norma, o local onde trabalha é um espaço:	Item de seleção: <i>Ao ar livre/Exterior; Interior; Comentário</i>
	22- Em que medida é que lhe desagrada o ruído do seu local de trabalho?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente
	23- Em que medida é que o ruído onde trabalha prejudica o seu desempenho?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente
	24- Em que medida é que o ruído do seu local de trabalho dificulta a comunicação com as outras pessoas?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> : Absolutamente nada→Extremamente

Secção	Questão	Tipo e conteúdo da resposta
II. Perceção do ruído em função da relação do inquirido com a cidade:  Turistas	25- Com que frequência costuma ter música ou televisão ligada enquanto trabalha?	Item de seleção: <i>Nunca; Raramente; Às vezes; Frequentemente; Muito frequentemente</i>
	26- Porque motivo se encontra na cidade do Porto?	Item de seleção: <i>Turismo; Lazer (passear, compras,...); Outras atividades (trabalho, aulas, consulta,...)</i>
	27- Há quanto tempo está hospedado no Porto?	Item de resposta aberta
	28- Em que rua/zona é que está hospedado?	Item de resposta aberta
	29- O ruído que ouve no local onde está hospedado impede-o de dormir ou descansar?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada→Extremamente
III.  Satisfação com a cidade e com o local	30- O que é que lhe agrada mais no Porto? Escolha até 3 opções.	Item de seleção: <i>Aspeto visual; Limpeza; Segurança; Sons; Acessibilidades; Espaços/Eventos culturais; Espaços verdes; Qualidade do ar; Simpatia das pessoas; Património histórico</i>
	31- O que acha que é mais importante numa cidade? Escolha 3 opções.	Item de seleção: <i>Aspeto visual; Limpeza; Segurança; Sons; Acessibilidades; Espaços/Eventos culturais; Espaços verdes; Qualidade do ar; Simpatia das pessoas; Património histórico</i>
	32- Em relação a este local, indique o seu grau de satisfação relativamente a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aspeto visual</li> <li>▪ Limpeza</li> <li>▪ Segurança</li> <li>▪ Sons</li> <li>▪ Acessibilidades</li> <li>▪ Espaços verdes</li> <li>▪ Qualidade do ar</li> </ul>	Item de escala de avaliação de 5 pontos em forma de estrela  ☆☆☆☆☆
IV.  Ruído e caracterização do ambiente sonoro do local	33- Considera o Porto uma cidade barulhenta?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada→Extremamente
	34- Em geral, considera-se sensível ao ruído?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada→Extremamente

Secção	Questão	Tipo e conteúdo da resposta
IV. Ruído e caracterização do ambiente sonoro do local	35- Como avalia o ruído deste local?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Baixo → Muito alto
	36- Em que medida é que o ruído deste local o incomoda ou perturba?	Item de seleção: <i>Absolutamente nada; Ligeiramente; Moderadamente; Muito; Extremamente</i>
	37- De 0 a 10, em que medida é que o ruído deste local o incomoda ou perturba?	Item de escala de avaliação de 11 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada → Extremamente
	38- Que tipo(s) de sons/ruídos ouve neste local?	Item de seleção: <i>Carros; Motas; Camiões; Autocarros; Metro/ Comboio; Barcos; Aviões; Vozes; Música; Animais domésticos; Pássaros/Aves; Obras; Sirenes/ Alarmes/ Buzinas; Outro. Qual?</i>
	39- Relativamente apenas ao(s) tipo(s) de sons e ruídos que escolheu, indique quanto é que o incomodam ou perturbam:	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada → Extremamente
V. Efeitos do ruído	40- Considera que o ruído afeta a saúde ou qualidade de vida das pessoas?	Item de escala de avaliação de 5 pontos em <i>slide</i> :  Absolutamente nada → Extremamente
	41- Habitualmente, o ruído causa-lhe: (Pode escolher várias opções)	Item de seleção: <i>Irritabilidade; Dificuldade em se concentrar; Problemas em dormir ou descansar; Dores de cabeça; Zumbido/Incómodo nos ouvidos; Mal-estar geral; Stress ou ansiedade; Nada; Outro(s). Qual/Quais?</i>
	42- Em geral, como lida com o ruído que o incomoda? Escolha apenas uma opção.	Item de seleção: <i>Ignora/Tenta não prestar atenção; Procura sons agradáveis; Aborda quem causou o ruído; Muda de ambiente; Apresenta queixa; Outro. Qual?</i>



# 5

## A CIDADE DO PORTO COMO LABORATÓRIO VIVO: DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO

Os limites administrativos do concelho do Porto definiram a área de estudo do presente projeto de investigação. A cidade apresenta uma localização privilegiada no que respeita à sua geografia e condições climáticas. Localiza-se na região Norte de Portugal, na região 4, Grande Porto (NUTS III<sup>1</sup>) [2], rodeado pelas sub-regiões do Cávado e Ave a Norte, a Este pelo Tâmega, a Sul por Entre Douro e Vouga e a Oeste pelo Oceano Atlântico, onde desagua o rio Douro na foz entre o Porto e Vila Nova de Gaia (Figura 34).

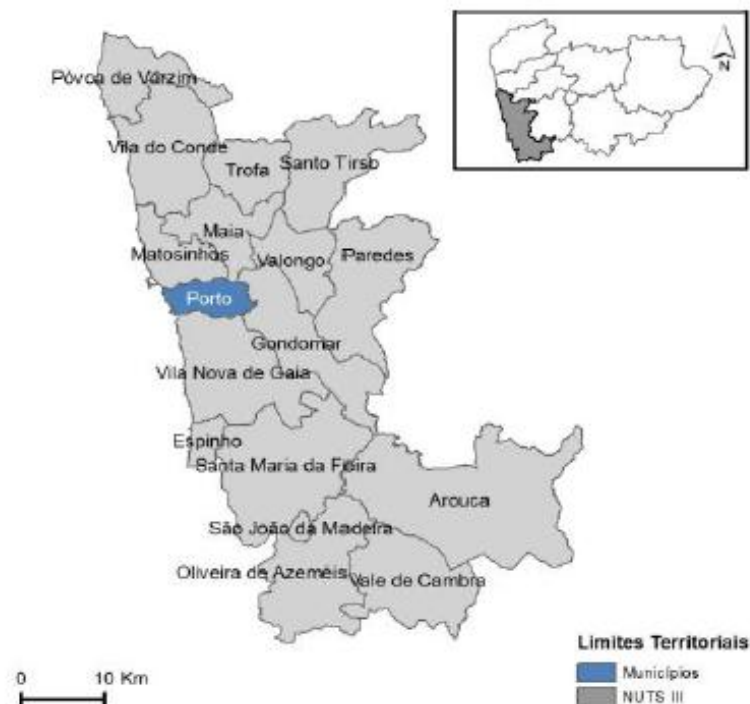


Figura 34 - Divisão territorial da região: NUTS III e Municípios [98].

<sup>1</sup> Nomenclatura de Unidades Territoriais (NUTS) corresponde à “matriz territorial de referência para a apresentação dos dados estatísticos” e implementada pelo Instituto Nacional de Estatística.

Devido à reforma administrativa de 2013, o concelho do Porto, outrora dividido em quinze freguesias, é atualmente constituído por sete, três das quais são “União” de freguesias, nomeadamente a União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde, União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória e União das Freguesias de Lordelo do Ouro, e as restantes quatro são freguesias que mantiveram a sua configuração inicial, Massarelos, Bonfim, Campanhã, Paranhos e Ramalde [99]. Apesar das alterações a nível administrativo, tendo em conta as características de cada antiga freguesia e a sua homogeneidade relativa, podem-se considerar quatro grandes zonas na cidade do Porto [100] (Figura 35), a saber:

- **Centro histórico**, composto pelas freguesias de Miragaia, S. Nicolau, Sé e Vitória, sendo uma área com um carácter altamente turístico e que compreende território distinguido pela UNESCO;
- **Centro tradicional**, delimitado em parte Via de Cintura Interna (VCI), um importante eixo rodoviário que descreve o anel interno do concelho, e constituído pelas freguesias do Bonfim, Cedofeita, Massarelos e Santo Ildefonso;
- **Zona ocidental**, que incluiu freguesias de Aldoar, Foz do Douro, Lordelo do Ouro e Nevogilde, e onde o Parque da Cidade, como conhecido, é o ex-libris;
- **Zona oriental**, uma zona densamente edificado e povoado, com aproximadamente 33 mil habitantes segundo os censos de 2011, com 14 bairros sociais e onde a principal infraestrutura é a estação de metro e comboios de Campanhã. Abrange as freguesias de Campanhã, Paranhos e Ramalde [101].

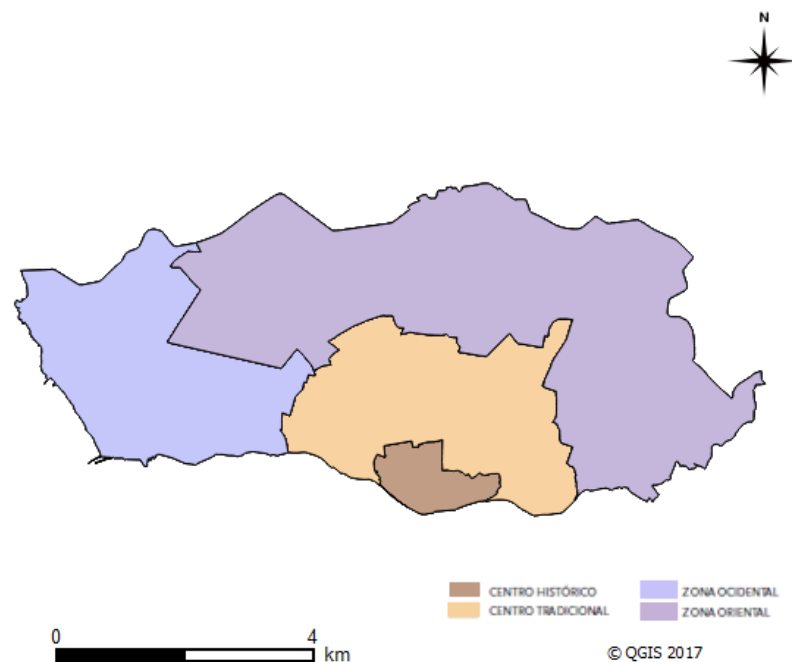


Figura 35 - Mapa da cidade do Porto por zonas de interesse [via QGIS].

A cidade do Porto, como a conhecemos hoje, sofreu grandes alterações ao longo da história. Originalmente, era uma cidade preenchida por ruas estreitas e tortuosas, cercada de muralhas que contornavam o *Morro da Sé*, tendo crescido a partir deste ponto em todas as direções [102].

Foi durante a Idade Média, no século XII, que surgiram os primeiros espaços públicos, como é o caso da Praça da Ribeira, fruto do crescimento do fluxo de transações comerciais e do desenvolvimento do comércio marítimo [103]. Outros espaços abertos surgiram também junto das portas das muralhas, que permitiam sair e entrar na cidade.

Durante os séculos XIV e XV, decorrente do crescimento do poder económico do Porto e do território circundante, surgem novas estradas e praças públicas [102]. Mais tarde, por volta do século XVI, durante o período de domínio filipino, os ideais renascentistas refletem-se na cidade do Porto através de um processo gradual de modernização dos espaços públicos então existentes, abordando uma nova conceção do espaço urbano [104]. Do conjunto de intervenções de embelezamento e reordenamento do espaço público portuense, destaca-se a construção do primeiro espaço verde, a Alameda da Cordoaria, seguida das alamedas das Hortas e Batalha. Estes espaços foram criados no perímetro da área urbanizada da cidade, pautado por um ambiente ainda profundamente rural [105]. Este foi um período de importantes transformações da cidade através do alargamento de várias ruas (S. João, Sta. Catarina ou St. Ildefonso), da responsabilidade do urbanista D. João de Almada, que produziu uma rede urbana patente ainda nos dias de hoje [102]. Assistiu-se também à criação de uma ampla praça da parte alta da cidade funcionando como um novo polo comercial, semelhante à Praça da Ribeira, na altura designada de Praça Nova (agora Praça da Liberdade) [106]

O século XVIII foi marcado pela construção de algumas das obras arquitetónicas mais emblemáticas da cidade, destacando-se a Igreja e a Torre de Clérigos (1731-1763), pelo arquiteto italiano Nicolau Nasoni [102]. A comercialização do Vinho do Porto promoveu um período de grande desenvolvimento económico na segunda metade do século [105]. Desencadeou-se um processo de expansão da cidade através da abertura de novas vias estruturantes, nomeadamente a Rua da Boavista e a marginal que liga a Praça da Ribeira à zona da Foz [106].

Este crescimento económico manteve-se no século XIX, época de industrialização da cidade, associada à construção das pontes D. Maria e Luís I [102]. Durante este período, sucederam-se factos importantes no desenvolvimento da rede de transportes. Em 1875 é inaugurada estação de Campanhã, impulsionando o uso do caminho-de-ferro como importante meio de deslocação entre as cidades a nível nacional e internacional [1]. Passados vinte anos, é inaugurada a Estrada da Circunvalação, delimitando grande parte do território do concelho [107]. No decorrer deste século, destaca-se também a construção de um dos mais importantes símbolos da cidade, o Palácio de Cristal e os seus jardins [102].

O século XX prima pela aposta no planeamento dos espaços públicos da cidade a partir do poder local, verificando-se um volume extenso de documentos da época, de que são exemplos o “Prólogo ao Plano da Cidade do Porto” (1932) de Ezequiel Campos, o “Plano Geral de Urbanização” (1938/1940) de Marcello Piacentini e o “Plano Diretor da Cidade do Porto” (1960/1962) de Robert Auzelle [108]. Por volta dos anos sessenta, foi projetada a VCI apresentando um perfil de via rápida [1]. Mais recentemente, em 1996, no contexto do seu centro histórico, a cidade obteve o estatuto de “Cidade Património Mundial”, declarado pela UNESCO [109]. A organização dos espaços públicos do Porto mantém-se a partir do poder administrativo e tem-se desenvolvido de acordo com as necessidades impostas enquanto centro urbano. Destaca-se projeto Porto 2001, decorrente da iniciativa Porto Capital Europeia da Cultura 2001, que compreendeu projetos de reabilitação das infraestruturas e transformações na malha urbana [1]. A criação da rede metropolitana, nesse mesmo ano, introduziu importantes mudanças na estrutura e organização da cidade [1].

A malha urbana portuense é atualmente alimentada por uma rede de transportes públicos e por diferentes infraestruturas, como vias de trânsito rápido, uma linha ferroviária, uma rede metropolitana, o Porto de Leixões e o Aeroporto Francisco Sá Carneiro.

Com uma área de cerca de 41 km<sup>2</sup>, a cidade invicta tem uma população de 237.591 habitantes [110, 111]. Como observável na Figura 36, desde os anos oitenta que este valor tem vindo a apresentar uma trajetória decrescente, fruto da descentralização da função residencial para os concelhos limítrofes. Em três décadas (1981-2011), a cidade perdeu 27% da população, o que corresponde a cerca de 90.000 habitantes [111].

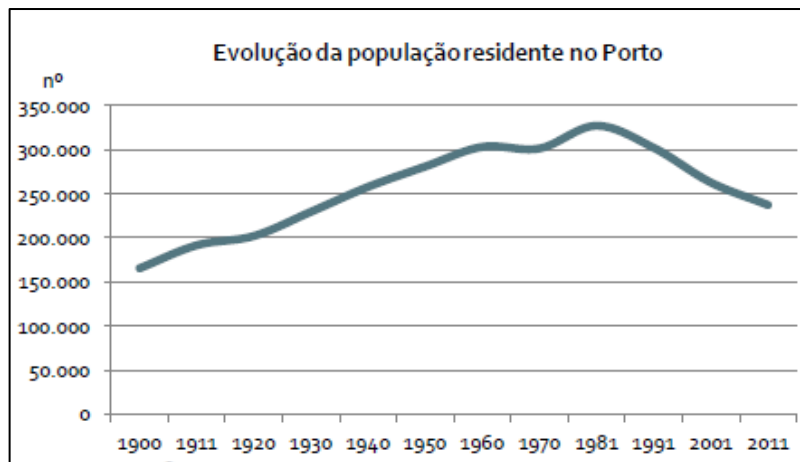


Figura 36 - Evolução da população residente no Porto de 1900 a 2011 [111].

Além do fenómeno de diminuição demográfica, tem vindo a suceder-se um processo de duplo envelhecimento da população portuense, como consequência do decréscimo do número de jovens em paralelo com o aumento do número de idosos (Figura 37).

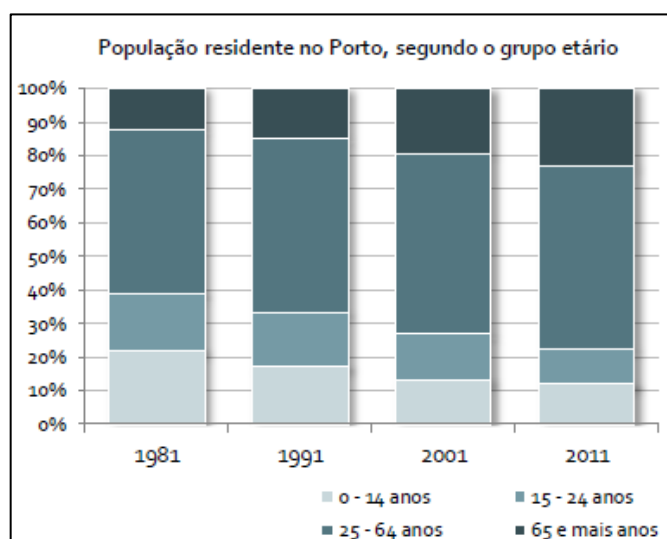


Figura 37 - População residente no concelho do Porto em 1981, 1991, 2001 e 2011 [111].

Entre 1981 e 2011, a proporção de jovens com mais de 15 anos caiu de 22% para cerca de metade (12%), enquanto a representatividade da população sénior, que em 1981 era cerca de 12%, quase que duplicou (23%) [111]. Entre 2001 e 2011, o número de postos de trabalho existentes no Porto sofreu um decréscimo de cerca de 17%, o que representou um recuo de mais de 36.000 empregos (Figura 38).

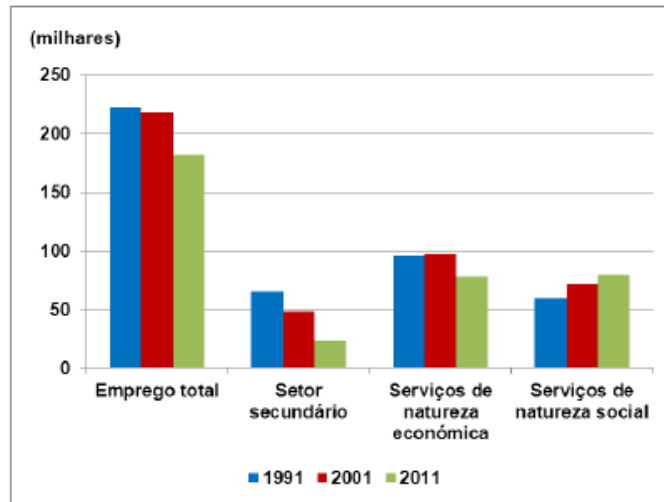


Figura 38 - Evolução do emprego no Porto por setor de atividade em 1991, 2001 e 2011 [112].

O setor de atividade mais afetado durante este período foi o setor secundário (que figura as indústrias transformadoras e a construção) com uma diminuição de mais de metade do volume de emprego. Este foi um período negativo também para o setor de natureza económica (que inclui comércio e reparações, alojamento e restauração, setor financeiro, ramo imobiliário e atividades de consultoria, investigação e desenvolvimento), visto que perdeu mais de 18.000 postos de trabalho. O setor de serviços de natureza social, nomeadamente a educação, saúde, ação social, administração pública, cultura e lazer, segurança e defesa, foi o único que cresceu, contribuindo positivamente para a atenuação da tendência de diminuição do desemprego no concelho [112].

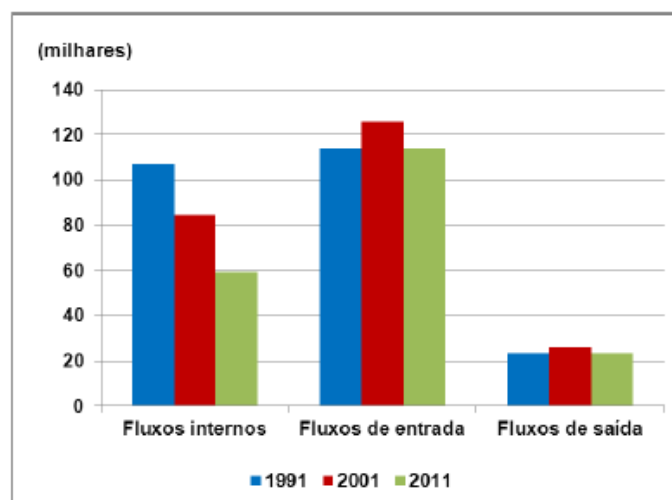


Figura 39 - Evolução dos fluxos casa/trabalho internos, de entrada no Porto e de saída do Porto [112].

Apesar disso, tendo em conta os dados das deslocações casa/trabalho, verifica-se que a cidade do Porto não deixou de protagonizar uma função polarizadora à escala metropolitana e regional, continuando a ser um mercado atrativo em matéria de emprego. De facto, o número de pessoas que habitam noutros concelhos e trabalham na cidade (fluxo de entrada) permanece muito superior ao número de indivíduos que realizam o movimento no sentido oposto (fluxo de saída), como consta na Figura 39 [112].

O turismo tem-se revelado como uma das atividades mais promissoras dentro do contexto económico portuense. Verifica-se uma tendência muito positiva na evolução do número de dormidas e hóspedes na cidade do Porto entre 2001 a 2011, valores que quase que duplicaram durante este período (Figura 40). A “marca Porto” tem vindo a afirmar-se nos mercados internacionais, assumindo-se como um destino turístico muito atrativo [112].

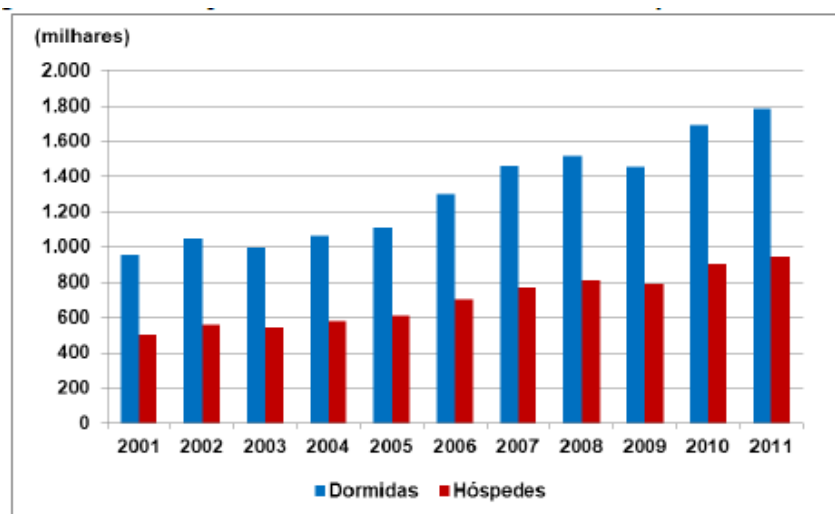


Figura 40 - Evolução do número de dormidas e hóspedes no Porto de 2001 a 2011 [112].

A tendência crescente do turismo vem acompanhada de desafios importantes para o Porto enquanto centro urbano. A cidade tem-se organizado em função da procura, através da proliferação de *hostels*, soluções de alojamento local e habitações de carácter temporário. Esta dinâmica tem contribuído para a requalificação de parte do edificado da cidade, com especial destaque para a Baixa, que estava degradado e, nalguns casos, devoluto [113].

## 5.2. O RUÍDO NA CIDADE DO PORTO

### 5.2.1. INTRODUÇÃO

A gestão dos fatores ambientais, em contexto citadino, apresenta-se como um importante indicador de qualidade de vida urbana. A monitorização do ruído corresponde a uma responsabilidade do poder municipal, no cumprimento da regulamentação já existente nesse sentido, como já descrito no capítulo 2.4.

Antes da abordagem do trabalho de campo e dos procedimentos adotados, salienta-se a informação reportada pelo município em matéria de gestão de ruído, por forma a analisar o estado do ruído dentro dos limites do território portuense.



### 5.2.2. INFORMAÇÃO REPORTADA PELO MUNICÍPIO

Os mapas de ruído, elaborados e disponibilizados para consulta pública pelo poder local, apresentam-se como importantes ferramentas em matéria de planeamento e ordenamento do território bem como de gestão de ruído. Os mapas disponíveis atualmente para a cidade do Porto foram desenvolvidos em 2014 e têm como base os parâmetros e períodos do RGR<sub>2007</sub>, sendo que a versão anterior do mesmo mapa remonta a 2009. Os mapas da Figura 41 reportam o ruído para o indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), em 2009 e em 2014, que inclui os horários com níveis de ruído mais elevados.

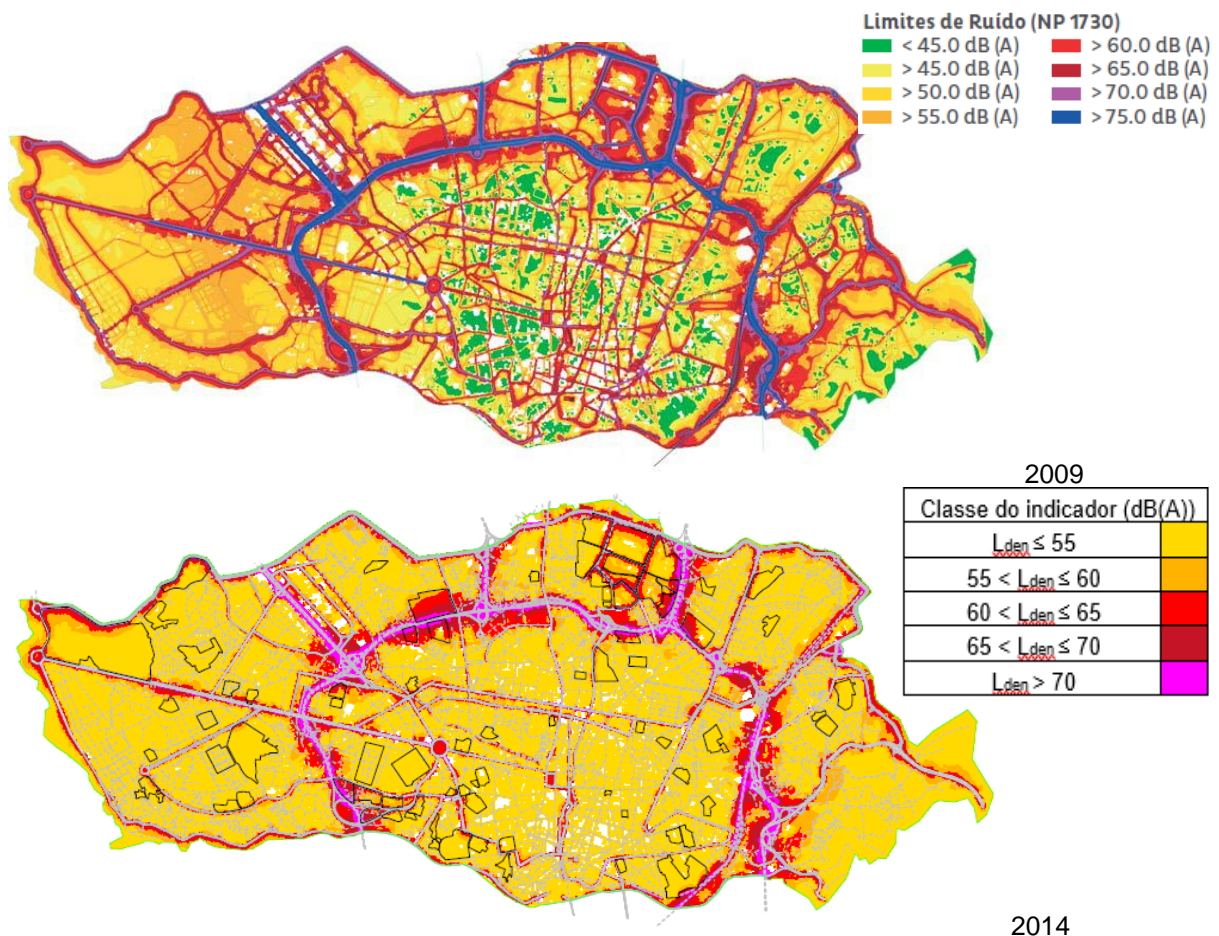


Figura 41 - Mapas de ruído do concelho do Porto para o período diurno (7h-23h), de acordo com o RGR<sub>2007</sub>, em 2009 [114] e 2014 [115] <sup>2</sup>.

No ano de 2009, a população residente em zonas de sobre-exposição (superior ou igual a 65 dB(A)) correspondia a cerca de 62 000 indivíduos, o que equivalia a 23,7% da população [114]. A observação do mapa de ruído, elaborado 5 anos depois, permite constatar que existe um aumento geral do nível de ruído identificado durante este período, tendo-se extinguido as zonas cujo o valor é inferior a 45 dB(A), equivalentes a zonas não urbanas (zonas a verde). Este facto afetou principalmente as zonas do centro histórico e tradicional.

<sup>2</sup> Escala de acordo com as “Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído”.

Os mapas da Figura 42 são referentes ao período noturno, que compreende o horário entre as 23 horas e as 7 horas, para os mesmos anos.

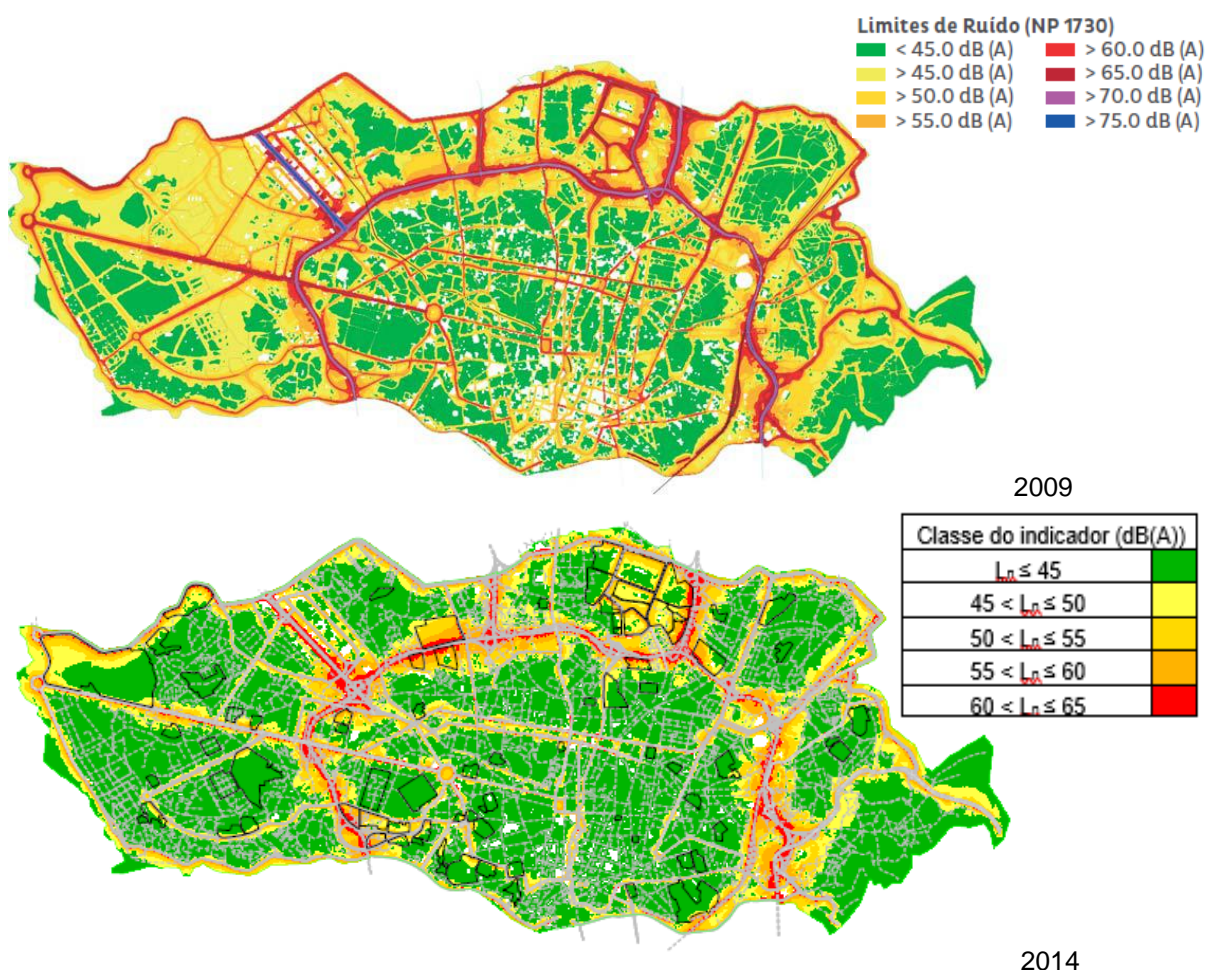


Figura 42 - Mapas de ruído do concelho do Porto para o período noturno (23h-7h), de acordo com o RGR 2007, em 2009 [114] e 2014 [115].<sup>3</sup>

Em relação ao período noturno, em 2009, cerca de 25,6% da população residente no concelho encontrava-se exposta a níveis de ruído que ultrapassavam o limiar estabelecido por lei durante este horário (igual ou superior a 55 dB(A)). No entanto, a observação do mapa de ruído, desenvolvido em 2014, permite identificar áreas em que os níveis de exposição ao ruído diminuíram, passando para níveis equivalentes a zonas rurais. Esta alteração verificou-se principalmente na zona ocidental e parte da zona oriental da cidade.

De modo geral, verifica-se a ultrapassagem dos valores-limite de exposição indicados no RGR<sub>2007</sub>, ao nível das principais vias de circulação, comum aos dois períodos horários, tanto em 2009 como em 2014. Em alguns pontos, estes valores chegam acima dos 70 dB(A), destacando-se pela negativa a VCI, via ao longo da qual existe um conjunto de equipamentos, como escolas, hospitais e áreas habitacionais.

<sup>3</sup> Escala de acordo com as “Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído”



### 5.2.3. CARACTERIZAÇÃO SONORA ATUAL

A caracterização sonora atual da cidade do Porto foi realizada, no contexto desta investigação, através da análise objetiva do ambiente de um conjunto de oito espaços públicos da cidade, descritos no subcapítulo que se segue (5.3).

O estudo foi realizado *in situ* através de medições de ruído segundo a NP ISO 1996:2011 “*Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente*”. Esta Norma encontra-se dividida em duas partes: a primeira aborda as “*Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*” [116] e a segunda a “*Determinação dos níveis de pressão sonora*” [117].

O objetivo desta norma é harmonizar e universalizar, a nível internacional, os procedimentos de descrição, medição e avaliação do ruído ambiental proveniente de todas as fontes que contribuam para a exposição total num dado local. A avaliação de longa duração da incomodidade provocada pelo ruído é feita pela adoção do nível sonoro contínuo equivalente corrigido, ponderado A,  $L_{Aeq}$  [116].

Para o estudo *in situ* da análise objetiva do ruído nos espaços públicos definidos, recorreu-se à utilização do seguinte equipamento:

- Sonómetro da marca 3M™, modelo *SoundPro SE/DL* (número de série BIH040002), classe 1, com microfone condensador tipo BK4936 para campo livre de ½ polegada (Figura 43) com proteção para o vento. Certificado de calibração válido até ao final de 2017 (ANEXO III).
- Tripé de fixação portátil, Hama Star 63, com adaptador, para posicionamento estático do sonómetro a uma altura fixa entre 1,2 a 1,5 m de altura do solo (Figura 44).
- Calibrador da marca 3M, modelo QC-10 (número de série QIE040073), classe 1, também com certificado de calibração válido até ao final de 2017 (ANEXO III).



Figura 43 – Sonómetro 3M, modelo *SoundPro SE/DL*, classe 1, com microfone [118].



Figura 44 – Tripé de fixação portátil *Hama Star 63* [119].

Na presente investigação foram medidos os seguintes parâmetros de análise no conjunto de locais selecionados para o estudo:  $L_{Amínimo}$ ,  $L_{Amáximo}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A95}$ , e  $L_{Aeq}$ , com a constante de tempo em modo *fast*.

As medições de ruído foram realizadas no período diurno, entre as 7 e as 20 horas, consoante o horário mais compatível com o preenchimento de inquéritos, para cada local. Consideraram-se intervalos de medição de 10 minutos, procurando obter valores representativos dos parâmetros analisados no decorrer da recolha de dados através de questionários [120].

A recolha de dados decorreu entre maio e julho, sempre que as condições meteorológicas o permitiram. Como recomendado na Norma, este foi um fator considerado, não tendo sido feitas medições em dias com condições desfavoráveis, nomeadamente com precipitação e intensidade do vento superior a 5 m/s [117], como comprova o ANEXO IV. Os valores registados foram recolhidos no sítio do Instituto de Meteorologia, para a estação meteorológica Porto (Aeroporto). Tendo em conta a variabilidade de fatores que interferem na propagação do som, não se garante a exatidão destes valores, sendo essa variação pouco significativa no contexto da presente investigação.

Em cada medição, o sonómetro foi estabilizado e posicionado, através do tripé, a 1,3 m de altura em relação solo, e, sempre que possível, a pelo menos 3,5 m de distância de potenciais superfícies refletora e estrategicamente posicionado para não interferir com a movimentação dos frequentadores dos espaços.

Durante a recolha de dados, foram registados eventos sonoros atípicos que potencialmente pudessem interferir com os valores dos parâmetros registados, como por exemplo o sino da igreja ou a passagem de ambulância em emergência.

As medições de ruído foram realizadas em simultâneo com o preenchimento dos inquéritos, com a colaboração de um ajudante para vigia do equipamento. A adoção deste procedimento, permitiu corresponder, tanto quanto possível, as respostas subjetivas à exposição ao ruído a que os frequentadores dos espaços estão sujeitos.

De acordo com a normalização existente, no início e no fim de cada sessão de medições acústicas, o aparelho foi devidamente calibrado. A calibração é um procedimento essencial na utilização de equipamentos medidores de níveis sonoros, permitindo um ajuste da sensibilidade do sonómetro à pressão sonora.

Em cada local de estudo efetuou-se um registo fotográfico para descrição e documentação do trabalho de campo.

Os dados recolhidos utilizando o sonómetro foram posteriormente tratados através do programa *QuestSuite Professional II*, versão 5.0.2317.

### **5.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO**

#### **5.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

A triagem dos espaços públicos a incluir na amostra do presente estudo desenvolveu-se em duas fases da metodologia de investigação. Numa primeira etapa, procedeu-se ao levantamento da identidade histórica e social do Porto, da relação da cidade com os mais variados locais e da gestão do ruído na cidade, descrito nos subcapítulos anteriores. Em seguida, realizou-se, um estudo *in situ* de cada local, no qual foi analisada a sua conjuntura atual, eventuais fontes sonoras, bem como a aplicabilidade do trabalho de campo no contexto do espaço.

Selecionou-se um conjunto de oito locais para a presente investigação, tendo em vista a avaliação do contraste entre diferentes espaços, típicos do contexto citadino (Figura 45).

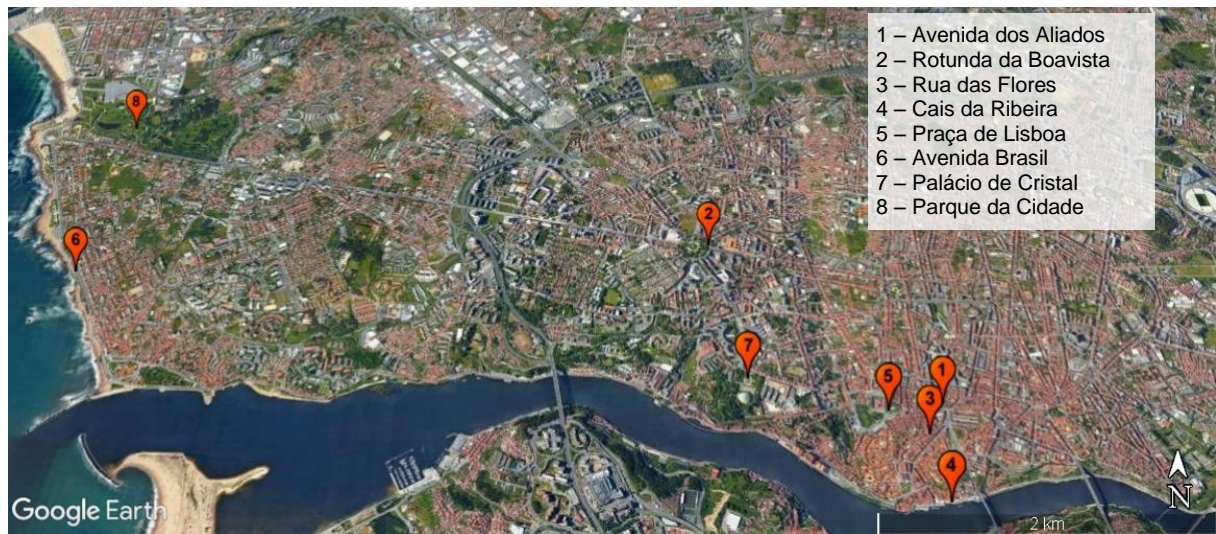


Figura 45 - Localização dos espaços públicos selecionados para a presente investigação [via Google Earth].

Este processo seguiu um critério da representatividade de diferentes formas urbanas, bem como de diferentes utilizações por parte dos frequentadores dos espaços.

Por forma a promover a uniformização do estudo desenvolvido para cada local, definiu-se, como suporte à investigação, um conjunto de parâmetros de análise patentes na Figura 46. Estes parâmetros foram definidos tendo em conta outros trabalhos desenvolvidos sobre caracterização de espaços públicos [121, 122], bem como as necessidades do presente estudo. Além desta lista, teve-se em consideração a eventual constituição da amostra inquirida que, devido à sua imprevisibilidade, não foi admitido como um parâmetro-base passível de ser universal a todos os locais.



Figura 46 - Parâmetros de análise dos locais de estudo abordados na presente investigação.

O presente subcapítulo inclui o estudo desenvolvido para cada espaço público constituinte da amostra que compreendeu a análise efetuada previamente para cada local, bem como o trabalho de campo realizado.

### 5.3.2. LOCAL 1 – PRAÇA DA LIBERDADE

Situada no coração da cidade, a Praça da Liberdade é uma das mais importantes praças do Porto, funcionando como elemento fundamental na evolução histórica e arquitetónica do centro urbano portuense [1] (Figura 47).

A ideia de construção desta Praça surge no século XVII com o objetivo de criar um espaço amplo semelhante à Praça da Ribeira, mas localizada na parte alta da cidade. Com a denominação de Praça Nova, foi edificada no então Campo das Hortas, sendo que a sua fundação reflete um importante momento da cidade em termos económicos, correspondendo à época dos Descobrimentos [106]. Apresentando-se como um espaço de afirmação comercial, esta praça teve várias designações toponímicas ao longo da sua existência, sendo que, no século XIX, passou a designar-se de Praça D. Pedro IV, e em 1910, finalmente Praça da Liberdade [123].



Figura 47 - Enquadramento geográfico do Local 1 – Praça da Liberdade [via Google Earth].

Inicialmente era delimitada a norte pelo edifício dos Paços do Conselho que, no início do século XX, foi demolido para permitir o rasgamento da atual Avenida dos Aliados, estabelecendo o prolongamento da Praça no sentido norte até à nova Câmara Municipal do Porto. Passou, então, a estar enquadrada num tecido urbano integrado com a Avenida dos Aliados e a Praça Humberto Delgado, circundado por um conjunto de edifícios com elevado valor arquitetónico e económico.

Este edificado envolvente é essencialmente de serviços, correspondendo a algumas das sedes portuenses dos principais bancos e grupos financeiros do país. A construção desta nova via alterou a função do espaço que inicialmente estava integrado com edifício camarário, apresentando-se, na altura, como área de excelência para a reunião e conversa da população. Passou a ser, então, um



espaço de circulação, bem como de transição, entre a zona alta e baixa da cidade e entre a zona ocidental e oriental [1, 123].

Em meados de 2006, a placa central deste conjunto, que era ajardinada, foi substituída, tal como as ruas que eram em asfalto, por um pavimento completamente calcetado por cubos de granito [124]. Esta obra foi desenvolvida no contexto da implantação do metro (ligação entre a estação da Trindade e a cidade de Vila Nova de Gaia) pelos arquitetos Álvaro Siza e Souto Moura, tendo-se revelado como umas das mais polémicas obras de reabilitação urbana [125].

Segundo a classificação acústica patente no Plano Diretor Municipal (PDM) do Porto, esta praça encontra-se numa zona *mista* [126] (Figura 48).



Figura 48 - Classificação acústica da Praça da Liberdade, segundo o PDM do Porto, como zona mista [126].

A recolha de dados foi efetuada no ponto assinalado na Figura 47, nas imediações de uma conhecida cadeia de restauração, por esta se apresentar como o local mais acessível à abordagem da amostra, tendo em conta o carácter passageiro da utilização do espaço. O processo decorreu nos dias 15/05/2017, 07/07/2017, 10/07/2017, 13/07/2017 e 17/07/2017, sendo que o trânsito circundante se desenvolveu com bastante fluidez e intensidade. Os valores médios medidos neste local encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 1 - Praça da Liberdade.

Data	$L_{Amax}$ (dB)	$L_{minF}$ (dB)	$L_{50}$ (dB)	$L_{95}$ (dB)	$L_{Aeq}$ (dB)
15/05/2017	72,7	59,1	64,8	62,0	65,6
07/07/2017	74,1	58,4	65,9	62,6	66,6
10/07/2017	76,0	55,9	66,0	62,2	67,1
13/07/2017	74,6	54,2	65,8	62,8	66,5
17/07/2017	75,1	57,7	65,3	62,0	66,2
<b>Média global</b>	<b>75,3</b>	<b>57,7</b>	<b>65,7</b>	<b>62,5</b>	<b>66,6</b>

As características desta localização podem-se observar na Figura 49.



**A amostra inquirida neste local envolveu um total de 56 participantes**

Figura 49 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Praça da Liberdade [fotografias da autora].

### 5.3.3. LOCAL 2 – ROTUNDA DA BOAVISTA / PRAÇA MOUZINHO DE ALBUQUERQUE

A Praça Mouzinho de Albuquerque, anteriormente denominada de Rotunda da Boavista, foi construída por volta de 1876, passando a ser circundada por tráfego rodoviário a partir de 1906 [127]. Localiza-se dentro dos limites das Uniãos de Freguesias de Massarelos e de Cedofeita e trata-se da maior praça da cidade do Porto, com uma área de cerca de 3,87 hectares e um perímetro de 698 metros [1] (Figura 50).



Figura 50 - Enquadramento geográfico do Local 2 - Rotunda da Boavista (Praça Mouzinho de Albuquerque) [via Google Earth].

Esta praça situa-se dentro de uma rotunda com 200 metros de diâmetro, na qual confluem 8 artérias ligadas a diversos pontos da cidade [1]. É arborizada no centro, com uma vegetação quase secular [127], apresentando um jardim com um traçado formal em torno do Monumento aos Heróis da Guerra Peninsular [128]. Esta é uma praça circundada por uma via rodoviária de três faixas alcatroadas, com semáforos e passadeiras em cubos de granito, e por uma via pedonal. Funciona como um importante nó viário, servindo como elemento controlador e organizador do tráfego [1].

Apresenta-se como uma zona dotada de uma importante rede de transportes públicos, com uma praça de táxis e diversas paragens de autocarro. Este é um espaço de passagem, fortemente movimentado e circunscrito por um edificado comercial, escolar, residencial, de escritórios e de serviços públicos [1]. Nas suas imediações constam diversos locais de interesse como a Casa da Música, Centro Comercial Brasília e o Mercado do Bom Sucesso.

Através da análise prévia do local, caracterizou-se o ambiente sonoro como sendo essencialmente composto por ruído rodoviário, identificando-se como eventuais fontes sonoras os carros, motas e autocarros. Segundo o PDM do Porto, esta zona está definida como sendo *mista*, como ilustra a Carta das Condicionantes na Figura 51 [126].

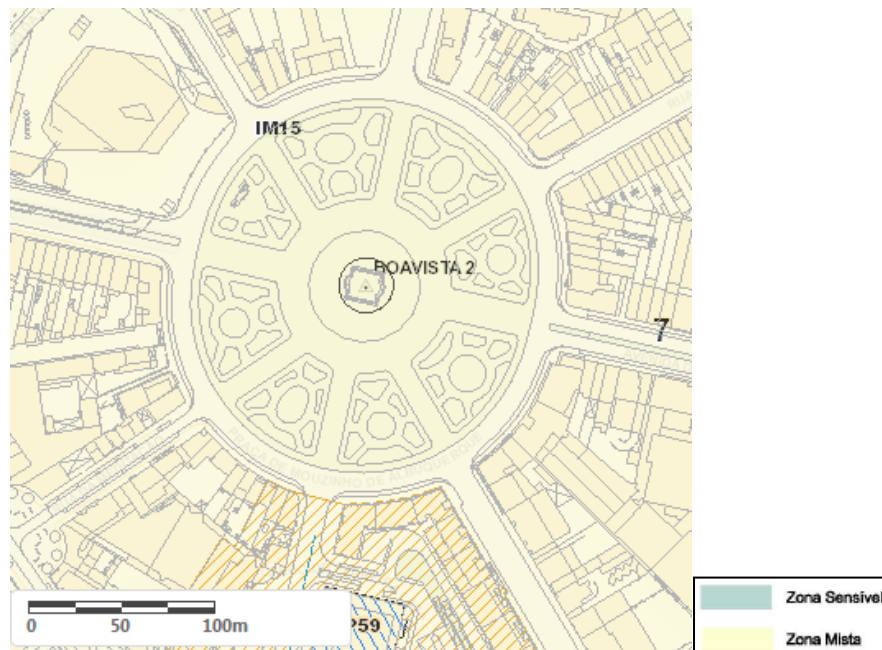


Figura 51 - Classificação acústica da Rotunda da Boavista segundo o PDM do Porto como zona mista [126].

Para o estudo da Rotunda da Boavista considerou-se a zona do ponto 2 assinalado na Figura 50, situado na periferia da praça, entre a Rua de Nossa Sra. de Fátima e a Rua da Boavista, segundo as coordenadas geográficas  $41^{\circ} 9'28.98''N$ ,  $8^{\circ}37'40.21''W$ . A escolha da Praça Mouzinho de Albuquerque para a presente investigação, além da sua importância para a cidade em termos organizacionais e históricos, deveu-se à possibilidade de estudar um local tipicamente urbano, com elevada circulação de pessoas e veículos, ilustrando o bulício da cidade.

A periferia da rotunda apresentou-se, então, como a zona mais interessante ao estudo do local. Por esta razão, o sonómetro foi colocado no contorno da praça, perto de uma paragem de autocarros, mas também por esta ser a zona mais favorável à recolha de dados por meio de inquéritos (Figura 52).





**Neste local foram abordados e questionados um total de 55 indivíduos.**

Figura 52 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Rotunda da Boavista [fotografias da autora].

As medições de ruído, em simultâneo com o preenchimento do inquérito, foram realizadas neste local nos dias 12/07/2017, 14/07/2017 e 21/07/2017. O tráfego rodoviário era compacto, mas fluído, e havia uma grande afluência de pessoas, como já é recorrente neste espaço. No Quadro 5 encontram-se os valores médios dos parâmetros de ruídos medidos para cada dia.

Quadro 5 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 2 - Rotunda da Boavista.

Data	$L_{Amax}$ (dB)	$L_{minF}$ (dB)	$L_{50}$ (dB)	$L_{95}$ (dB)	$L_{Aeq}$ (dB)
12/07/2017	75,5	52,4	63,2	57,3	64,8
14/07/2017	74,9	56,3	64,1	59,6	65,3
21/07/2017	74,9	53,1	65,2	59,6	65,8
<b>Média global</b>	<b>75,5</b>	<b>54,7</b>	<b>64,9</b>	<b>60,1</b>	<b>65,8</b>

#### 5.3.4. LOCAL 3 – RUA DAS FLORES

A Rua das Flores liga a Praça de Almeida Garrett ao Largo de São Domingos, situando-se na União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, em pleno Centro Histórico do Porto (Figura 53).





Figura 53 Enquadramento geográfico do Local 3 – Rua das Flores [via Google Earth].

Inaugurado em 1521, por iniciativa de D. Manuel I [129], numa época próspera para a cidade, passou a ser um arruamento habitado por membros de estratos sociais elevados, nomeadamente a aristocracia e a burguesia mercantil da altura [113, 130]. Inicialmente denominada como Rua de Santa Catarina das Flores, a sua abertura veio de encontro às necessidades decorrentes do crescimento populacional e do desenvolvimento económico do século XVI.

Este espaço foi o marco mais importante para o impulso do movimento urbano de enobrecimento da cidade no início do século [131]. Os séculos XIX e XX marcaram a evolução histórica e urbanística do estatuto da rua, assinalando o início do seu declínio. A relevância extrema atribuída na altura ao núcleo do centro histórico portuense, fez com que passassem para segundo plano os arruamentos periféricos e em direção ao rio, no âmbito do planeamento e da gestão urbanística [113, 132]. No decorrer já do presente século XXI, a decadência das condições habitacionais, comerciais e do espaço público da Rua das Flores, desencadeou a necessidade de intervenção e de requalificação urbana [113].

Apresentando um traçado quase reto [130], atualmente trata-se de uma via pedestre com elevado valor turístico, emoldurada essencialmente por espaços de comércio tradicional retalhista.

No decorrer do estudo prévio do local, observou-se que este está ainda em processo de reabilitação, patente na elevada quantidade de edifícios em trabalhos de construção. Este tipo de atividades pode influenciar a acústica do espaço público, tendo sido este o mote para a escolha deste local no contexto desta investigação. Pretende-se, portanto, perceber de que maneira é que a evolução e a dinâmica da cidade podem interferir com o seu ambiente sonoro.

Este espaço encontra-se classificado pelo município do Porto como sendo uma zona *mista* [126].



Figura 54 - Classificação acústica da Rua das Flores segundo o PDM do Porto como zona mista [126].

Observa-se essencialmente a presença de fontes sonoras proveniente dos trabalhos de construção e da grande afluência de pessoas. A recolha de dados do inquérito final foi efetuada nos dias 05/06/2017, 06/06/2017, 08/06/2017, 28/06/2017, 10/07/2017, 13/2017 e 17/07/2017 (Figura 55). O resultado da análise objetiva encontra-se no Quadro 6.



**Foram inquiridos na Rua das Flores um total de 53 indivíduos.**

Figura 55 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Rua das Flores [fotografias da autora].

Quadro 6 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 3 – Rua das Flores.

Data	$L_{Amax}$ (dB)	$L_{minF}$ (dB)	$L_{50}$ (dB)	$L_{95}$ (dB)	$L_{Aeq}$ (dB)
05/06/2017	76,4	54,4	62,1	57,4	64,6
06/06/2017	74,8	52,3	65,1	60,6	66,1
08/06/2017	80,1	56,0	62,9	58,8	65,0
28/06/2017	77,5	48,3	68,1	60,8	70,0
10/07/2017	76,1	45,7	64,0	59,7	65,0
13/07/2017	75,6	47,8	63,2	59,0	65,0
17/07/2017	75,5	58,5	67,2	63,7	67,7
<b>Média global</b>	<b>79,4</b>	<b>56,3</b>	<b>67,6</b>	<b>62,6</b>	<b>68,7</b>

#### 5.3.5. LOCAL 4 – CAIS DA RIBEIRA

A zona que envolve o Cais e a Praça da Ribeira foi um dos primeiros espaços públicos de trocas comerciais da cidade do Porto [1].

Estendendo-se ao longo da margem norte do rio Douro, trata-se de um local com uma grande concentração de bares, restaurantes, lojas de recordações e atividades turísticas, como viagens de barco. Além das esplanadas e do comércio, é possível encontrar na envolvente da praça edifícios com a função de hotelaria, habitação e serviços públicos. Esta zona apresenta um espaço privilegiado para passeio e ocupação de tempos livres, onde abundam atualmente artistas de rua e atividades de animação cultural. Encontram-se circundada por um tecido urbano e habitacional único, constituído por vários edifícios históricos. O elevado valor paisagístico aliado a uma envolvente comercial e de restauração, faz desta zona um dos mais importantes cartões de visita da cidade (Figura 56).



Figura 56 - Enquadramento geográfico do Local 4 – Cais da Ribeira [via Google Earth].



Os registos sobre este local remontam ao ano de 1339, altura em que funcionava como um importante ponto económico no qual eram estabelecidas as principais transações portuenses, bem como as ligações terrestres com outras cidades. Apesar do desenvolvimento da zona mais alta da cidade no século XIX, nunca deixou de se afirmar como um polo comercial consolidado [1]. Em 1996, esta área foi considerada Património Mundial por UNESCO, inserido na zona do Centro Histórico do Porto [109]. Assim, a intensa ligação com a história da cidade até os dias de hoje, bem como a atual forte presença turística, foram as bases da escolha deste local para o presente estudo.

Esta zona encontra-se enquadrada com a centenária Ponte Luís I, um ex-libris da cidade invicta, constituído por um tabuleiro inferior, destinado a tráfego rodoviário e pedonal, e um tabuleiro superior, ocupado pela linha do metro, que liga Gaia ao Porto. O estudo que antecedeu o trabalho de campo permitiu observar que uma parte do edificado que circunda esta zona, está em remodelação através de trabalhos de construção. Prevê-se, então, um ambiente sonoro caracterizado por sons provenientes de atividades humanas como música, vozes e obras, e de transportes como o metro e os barcos.

De acordo com a classificação acústica que consta no PDM, trata-se de uma zona *mista* (Figura 57) [126].



Figura 57 - Classificação acústica do Cais da Ribeira segundo o PDM do Porto como zona mista [126].

A recolha de dados realizou-se durante a semana nos dias 16/05/2017, 17/05/2017, 18/05/2017, 11/07/2017, 13/07/2017 e 17/07/2017, tendo-se calculado os valores médios para cada dia (Quadro 7).

Quadro 7 – Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 4 – Cais da Ribeira.

Data	L <sub>Amax</sub> (dB)	L <sub>minF</sub> (dB)	L <sub>50</sub> (dB)	L <sub>95</sub> (dB)	L <sub>Aeq</sub> (dB)
16/05/2017	75,8	46,3	61,9	55,8	63,2
17/05/2017	75,2	40,6	62,0	55,6	63,0
18/05/2017	76,3	46,1	66,9	59,8	67,6
11/07/2017	74,6	53,3	64,9	61,7	65,6
13/07/2017	75,0	56,9	63,6	60,2	64,6
17/07/2017	74,3	47,6	63,1	58,5	64,1
<b>Média global</b>	<b>74,7</b>	<b>54,4</b>	<b>63,5</b>	<b>59,1</b>	<b>64,3</b>

O sonómetro encontrava-se posicionado numa zona de intensa movimentação pedonal visto que foi neste contexto que se realizou o preenchimento dos inquéritos (Figura 58).



**A amostra obtida para este local abrangeu um total de 60 participantes.**

Figura 58 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado no Cais da Ribeira [fotografias da autora].

### 5.3.6. LOCAL 5 – PRAÇA DE LISBOA

Situada no coração da cidade, a Praça de Lisboa é um espaço destacado que se encontra elevado em relação às ruas que o circundam, Rua S. Filipe Nery, Rua Ferreira da Silva e Rua das Carmelitas. Faz parte da União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória. Encontra-se numa zona de referência turística, apresentando um passeio que liga a Torre dos Clérigos à Livraria Lello. As suas configurações e enquadramento físico, que a tornam acusticamente singular, bem como o potencial de obtenção de uma amostra culturalmente diversificada, fundamentaram a escolha desta praça como local de estudo (Figura 59).

Esta praça surgiu em 1672 através da criação de um convento e de uma igreja, os quais foram demolidos em 1833 para passar a ser um espaço usado como mercado, o Mercado do Anjo [1]. Desde então sofreu várias alterações sendo, atualmente, um tecido verde inserido em contexto citadino. Este tecido é composto por um prado com um olival, rodeado por várias vias de circulação de tráfego, especialmente frequentadas em hora de ponta. Foi remodelado em 2012, passando a ter uma esplanada com música ambiente, numa parte concessionada [133].

Esta praça funciona como um espaço de lazer dos portuenses e dos visitantes, sendo especialmente preenchida ao fim da tarde, altura em que as pessoas, em geral, terminam o seu período laboral e procuram um local para relaxar.



Figura 59 - Enquadramento geográfico do Local 5 – Praça de Lisboa [via Google Earth].

De acordo com o PDM e a Planta de Condicionantes, este local está inserido numa zona *mista* [126] (Figura 60).



Figura 60 - Classificação acústica da Praça de Lisboa segundo o PDM do Porto como zona mista [126].

Através da análise prévia do local, fez-se uma leitura preliminar do ambiente sonoro, esperando-se a existência de ruídos contínuos, como os que compõem o ruído rodoviário, e de ruído intermitentes,

como o sino da Igreja dos Clérigos ou sirenes de ambulâncias. Conta-se também com a existência de música e vozes.

As medições de ruído realizaram-se no Passeio dos Clérigos, segundo as coordenadas 41° 8'45.55"N 8°36'54.53"W (Figura 61). No Quadro 8 constam os valores médios medidos nesse local através do sonómetro nos dias 24/05/2017, 27/06/2017, 28/06/2017, 05/07/2017, 18/07/2017 e 21/07/2017.



**Nesta praça foram entrevistados um total de 50 indivíduos.**

Figura 61 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado na Praça de Lisboa [fotografias da autora].

Quadro 8 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 5 – Praça de Lisboa.

Data	L <sub>Amax</sub> (dB)	L <sub>minF</sub> (dB)	L <sub>50</sub> (dB)	L <sub>95</sub> (dB)	L <sub>Aeq</sub> (dB)
24/05/2017	67,4	40,3	57,8	54,2	58,6
27/06/2017	71,8	42,5	57,9	52,5	59,2
28/06/2017	73,2	40,4	57,4	52,5	58,8
05/07/2017	74,5	44,6	59,0	55,2	60,6
18/07/2017	74,7	45,0	57,1	53,1	59,2
21/07/2017	77,5	44,7	57,7	53,4	62,7
<b>Média global</b>	<b>73,2</b>	<b>44,1</b>	<b>57,8</b>	<b>53,7</b>	<b>60,2</b>



### 5.3.7. LOCAL 6 – JARDINS DA FOZ

Os Jardins da Foz estendem-se entre a Avenida do Brasil e Avenida Montevideu, ao longo da orla marítima do Porto, na linha de costa com o Oceano Atlântico [134]. Estas são duas importantes vias que ligam a Ribeira à cidade de Matosinhos (Figura 62).



Figura 62 - Enquadramento geográfico do Local 6 – Jardins da Foz [via Google Earth].

Na segunda metade do século XIX, a zona da Foz sofreu um importante processo de valorização, deixando de ser um simples aglomerado piscatório para se assumir como um espaço privilegiado da cidade. Na base deste processo, esteve o desenvolvimento dos transportes e das infraestruturas na orla marginal, mas também a vulgarização do lazer e a moda dos banhos marítimos, proveniente da comunidade britânica [105]. A qualificação da frente marítima do Porto potencializou, portanto, o progresso desta zona através do desenvolvimento das ligações junto ao rio, por volta de 1830, e da posterior ligação com Matosinhos, uma vez estabelecida a comunicação entre a frente ribeirinha e a frente de mar [1]. Também os projetos para os jardins das atuais Avenidas Brasil e Montevideu, suportaram e reforçaram este desenvolvimento [105]. Desde essa altura, a zona da Foz passou a ser popular na sociedade portuense, sendo frequentada como zona de lazer pelas famílias mais abastadas que, em alguns casos, possuíam aqui uma segunda residência [1].

A seleção deste local para o presente estudo prendeu-se com o facto de a cidade invicta estar, desde sempre, intimamente ligada ao rio e posteriormente ao mar, o que contribuiu para a sua expansão ao longo da costa. Esta ligação é alimentada pela existência destes espaços diferenciados, bastante apreciados e frequentados pela população em geral, para passeio e ocupação dos tempos livres [1], apresentando um importante papel na dinâmica portuense, como é o caso desta zona. Segundo o PDM, esta zona classifica-se como mista (Figura 63) [126].



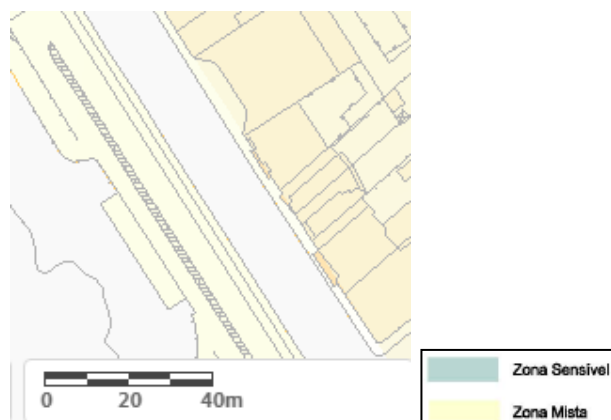


Figura 63 - Classificação acústica da zona dos Jardins da Foz (Avenida Brasil), segundo o PDM do Porto, como zona mista [126].

O local de medição do ruído e de realização de inquéritos situou-se na Avenida do Brasil, nas imediações do ponto segundo as coordenadas  $41^{\circ} 9'21.48''N$ ,  $8^{\circ}40'51.93''W$ . Este ponto localiza-se numa área de lazer, de um lado, com vista para a praia, e, do outro, com vista para uma via rodoviária de dois sentidos com duas faixas cada um, alimentadas por uma forte rede de transportes públicos. Existem semáforos e passadeiras com sinais sonoros em ambos os sentidos.

Esta orla marginal apresenta ainda uma larga via pedonal e uma faixa de circulação com duas vias para ciclistas (Figura 64). Verifica-se a existência de fontes provenientes de ruído rodoviário e, ocasionalmente, de sons naturais como o mar.

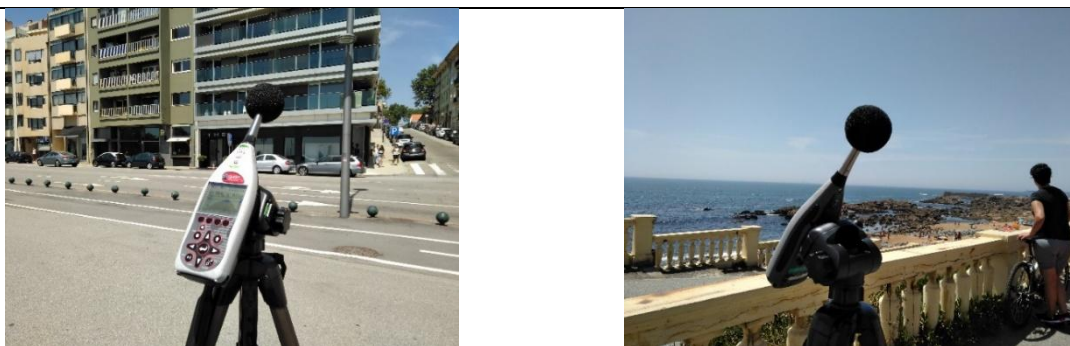


Figura 64 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado nos Jardins da Foz [fotografias da autora].

Esta zona acumula as funções de grande espaço público atlântico e fluvial, de estância balnear e de espaço residencial, maioritariamente habitado por estratos sociais com elevado poder económico. Trata-se, portanto, de um espaço bastante polivalente, com um grande potencial como área recreativa e desportiva.

Contudo, a localização na parte oriental da cidade, envolvida por um edificado fortemente residencial, faz com que a vivência urbana seja mais intensa aos fins-da-tarde durante a semana, para a prática de atividade física, e aos fins-de-semana, altura em que várias famílias se deslocam para esta zona para usufruir da sua costa marítima, principalmente durante a época balnear.

Os inquéritos foram realizados na altura do verão, durante os fins-de-semana e sensivelmente durante o período horário de maior afluência durante a semana (dias 17/06/2017, 21/06/2017, 23/06/2017, 02/07/2017, 14/07/2017, 19/07/2017 e 21/07/2017, (consultar Quadro 9). Durante o tempo do trabalho de campo, o trânsito desenvolveu-se com bastante fluidez.

Quadro 9 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 6 – Jardins da Foz.

Data	L <sub>Amax</sub> (dB)	L <sub>minF</sub> (dB)	L <sub>50</sub> (dB)	L <sub>95</sub> (dB)	L <sub>Aeq</sub> (dB)
17/06/2017	74,7	53,2	62,0	56,7	63,8
21/06/2017	70,4	49,7	55,8	52,0	57,1
23/06/2017	74,2	43,6	61,8	53,9	63,8
02/07/2017	74,1	47,8	61,0	55,9	61,9
14/07/2017	75,5	52,1	62,7	56,5	64,8
19/07/2017	74,0	48,1	62,4	54,2	63,9
21/07/2017	73,7	45,5	62,0	55,0	63,4
<b>Média global</b>	<b>74,8</b>	<b>51,7</b>	<b>62,4</b>	<b>56,1</b>	<b>64,0</b>

A amostra obtida para este espaço envolveu um total de 50 respondentes.

#### 5.3.8. LOCAL 7 – JARDINS DO PALÁCIO DE CRISTAL

Os Jardins Românticos do Palácio de Cristal foram projetados no século XIX (1839-1873) no âmbito da construção do próprio Palácio [135]. O edifício do Palácio foi inaugurado em 1856 com o objetivo de receber exposições e grandes eventos, de maneira a funcionar como um pavilhão de recreio [127]. Este foi o primeiro edifício para exposições da Península Ibérica, o que ilustra a receptividade da cidade ao progresso e às novidades, já na época [136, 137]. Acabou por ser demolido em 1951, sendo substituído por um novo pavilhão, o Pavilhão Rosa Mota, inaugurado em 1956 [127].

Os Jardins do Palácio de Cristal ocupam uma área de cerca de 8 hectares, em pleno centro do Porto, dividida entre a zona do pavilhão e os jardins envolventes, além de diversos patamares relevados ou arborizados, suportados pelas íngremes encostas do rio Douro [138]. Este espaço situa-se na União das Freguesias de Lordelo do Ouro e de Massarelos, na Rua D. Manuel II e é um importante foco de recreio e de conservação, quer do património histórico e paisagístico, quer do património natural.

É um espaço projetado pelo paisagista alemão Émile David e criado por iniciativa de Alfredo Allen [136], o espaço exterior ao Palácio conserva ainda o projeto original, composto pelo Jardim Émile David na entrada principal, a Avenida das Tílias, um bosque e um conjunto de varandas sobre o rio [138]. Os Jardins encontram-se ornamentados por vários elementos de grande valor arquitetónico, como fontes e esculturas que na atualidade ainda têm as marcas de consagradas fundições artísticas francesas da época [136].

Destaca-se a presença da Concha Acústica na Avenida das Tílias, uma construção de pedra edificada por volta dos anos oitenta do séc. XIX [136], muito interessante sob o ponto de vista da Acústica devido às suas características. O enquadramento do parque possibilita a existência de miradouros, colocados estrategicamente ao longo dos jardins, que proporcionam vistas panorâmicas do rio Douro.

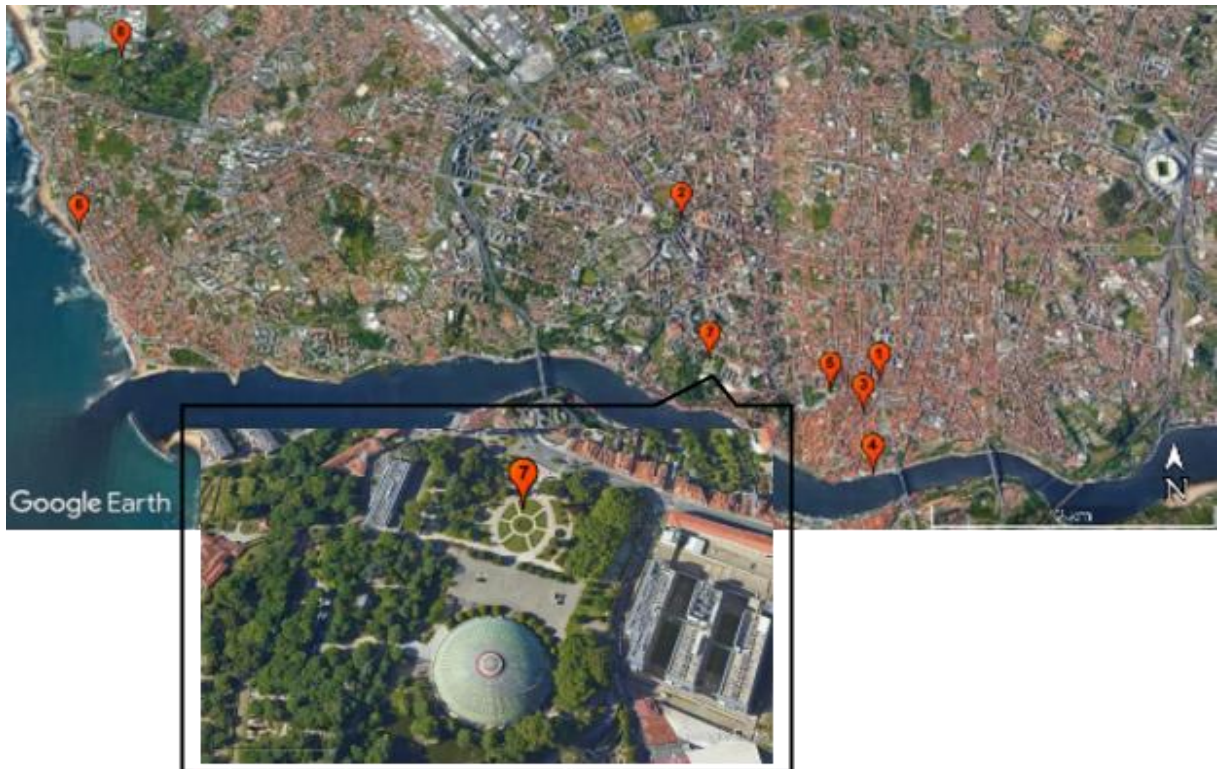


Figura 65 - Enquadramento geográfico do Local 7 – Jardins do Palácio de Cristal [via Google Earth].

Este espaço, que se pode observar na Figura 65, alberga uma grande variedade de espécies e habitats, sendo um dos locais da cidade com maior biodiversidade. Prima, também, por ser um espaço onde ocorrem grandes eventos sociais, culturais e de entretenimento, desde a sua fundação, como é o caso da Exposição Internacional de 1865, ou a Exposição Colonial Portuguesa de 1934 [127]. O edificado que envolve esta área é essencialmente de escritórios e serviços públicos, como o Hospital de St. António. De acordo com a classificação acústica que consta na Planta de Condicionantes do PDM do Porto, esta é uma zona *sensível* [126] (Figura 66).

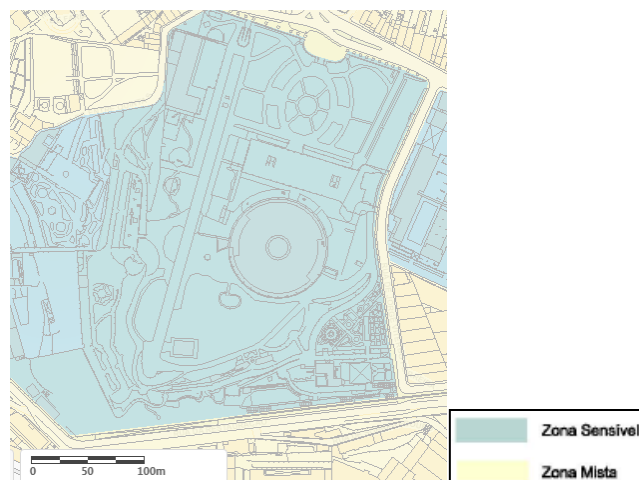
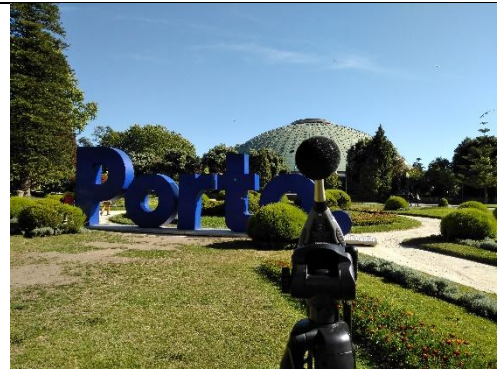


Figura 66 - Classificação acústica da zona dos Jardins do Palácio de Cristal segundo o PDM do Porto como zona sensível [126].

As medições de ruído foram efetuadas no jardim da entrada, na zona do ponto que se encontra assinalado segundo as coordenadas geográficas 41° 8'53.36"N, 8°37'32.11"W. Este é um espaço cercado por grades de proteção (assim como todo o parque) com uma via de trânsito de dois sentidos nas imediações.

A escolha desta localização prende-se com a oportunidade de avaliar o ambiente sonoro de um espaço verde protegido, inserido no tecido citadino e com a presença de fontes de ruído não visíveis. Na altura da recolha dos dados, encontrava-se na entrada principal, o logotipo da cidade com umas letras de grandes dimensões que funcionou como mais um ponto de atração do parque, convidando os transeuntes a uma paragem pontual (Figura 67).



**Neste local participaram no preenchimento dos inquéritos um total de 59 indivíduos.**

Figura 67 - Registo fotográfico do trabalho de campo realizado no Palácio de Cristal [fotografias da autora].

Como fontes sonoras representativas de elementos do parque, encontram-se os pássaros e outras aves. No entanto, também são audíveis fontes provenientes dos elementos que o circundam, nomeadamente do tráfego rodoviário e das sirenes das ambulâncias que circulam nesta zona devido à proximidade do hospital.

No Quadro 10 encontram-se os resultados dos valores médios das medições efetuadas neste local.



Quadro 10 - Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 7 – Palácio de Cristal.

Data	L <sub>Amax</sub> (dB)	L <sub>minF</sub> (dB)	L <sub>50</sub> (dB)	L <sub>95</sub> (dB)	L <sub>Aeq</sub> (dB)
19/05/2017	70,1	37,3	54,7	48,3	56,0
22/05/2017	66,8	37,3	54,9	50,0	55,6
23/05/2017	71,5	37,8	56,7	52,2	58,7
29/06/2017	71,4	40,8	53,8	48,6	54,4
04/07/2017	77,5	37,4	55,1	50,4	62,1
13/07/2017	74,6	47,2	55,8	51,5	58,6
18/07/2017	67,5	41,4	53,4	48,8	54,3
<b>Média global</b>	<b>73,4</b>	<b>40,9</b>	<b>54,7</b>	<b>50,0</b>	<b>57,6</b>

## 5.3.9. LOCAL 8 – PARQUE DA CIDADE

O Parque da Cidade do Porto, como é conhecido, situa-se na parte noroeste, na União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde. Encontra-se delimitado a norte pela Estrada Interior da Circunvalação e a sul pela Avenida da Boavista. Localiza-se junto do Oceano Atlântico, sendo que, esta proximidade à orla marítima, faz desta área verde um espaço singular a nível mundial [138] (Figura 68).



Figura 68 - Enquadramento geográfico do Local 8 - Parque da Cidade [via Google Earth].

Previsto no Plano de Urbanização do Arquitecto *Robert Auzelle* nos anos de 1960, esta obra cuja construção se iniciou no início dos anos oitenta, foi projetada pelo arquiteto paisagista Sidónio Pardal, tendo sido inaugurada, numa primeira fase, em 1993 e concluída em 2002, com a construção da frente marítima [125] [139]. A disponibilização dos terrenos necessários para o Parque desenvolveu-se através de um processo de gestão agrária, que resultou na reserva de terrenos na área ocidental, através dos sucessivos planos e pré-planos que foram vindo a ser desenvolvidos para a cidade invicta [125, 140].

Com uma área de cerca de 83 hectares, é o maior parque urbano do país [141]. Este é um espaço amplo, integrado no tecido citadino e que reserva uma extensa diversidade de fauna e flora. Na área do Parque encontram-se alguns equipamentos, como é o caso do Pavilhão da Água e do Centro de Educação Ambiental, que, ao estarem integrados na sua unidade territorial, funcionam como estruturas quase paralelas [140]. A imagem do Parque é marcada por elementos em pedra, proveniente de demolições de edifícios e de outras estruturas, que produzem uma ideia rural e campestre, através da existência de muros de suporte de terras, estadias e pavimentos [140, 141]. A rede de caminhos, com cerca de 8 km de percurso, é um dos elementos mais formais do Parque. A sua forma serpenteada, com traçado formal e contenção assimétrica, faz o isolamento visual e acústica da Avenida da Boavista, mitigando a influência de fontes de ruído externas [140]. Tendo em conta as suas dimensões e características formais, o Parque Ocidental da Cidade é um espaço onde é possível conjugar o recreio passivo, com outras atividades de recreio ativo [125]. Apresenta-se, então, como uma área dedicada a atividades de lazer, sendo bastante acedido para a prática de desporto nos circuitos existentes para o efeito.

A escolha do Parque Ocidental da Cidade como local de estudo está inevitavelmente ligada à relevância que assume na cidade como área verde, mas também às suas especificações acústicas, já aqui destacadas. Relativamente às fontes sonoras, assiste-se essencialmente, a existência de pássaros/aves e vozes.

O Parque apresenta uma envolvente próxima maioritariamente constituída por zona residencial. De acordo com o PDM do Porto classifica-se como sendo uma zona *sensível* [126], como ilustra a Figura 69.

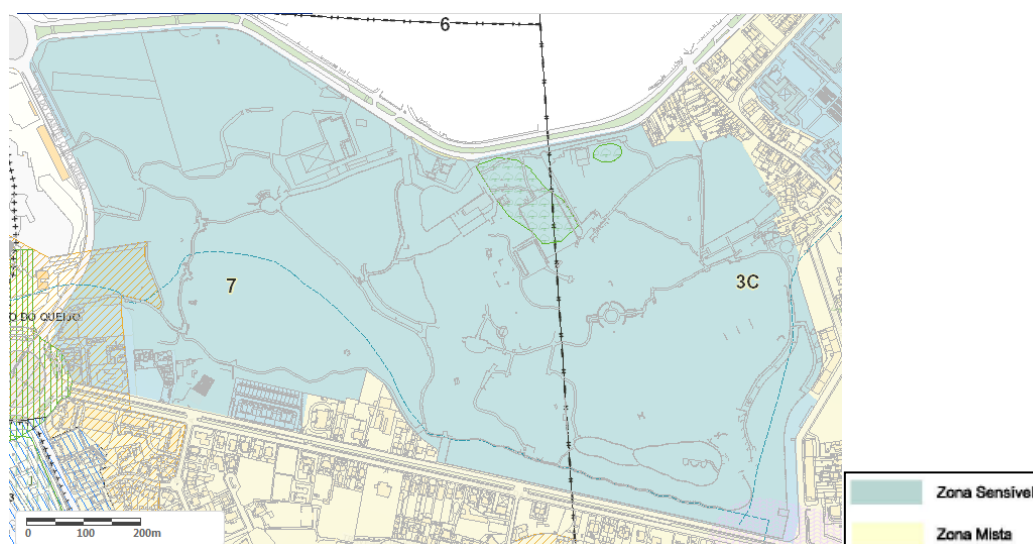


Figura 69 - Classificação acústica da zona do Parque da Cidade segundo o PDM do Porto como zona sensível [126].

A recolha de dados realizou-se numa zona conhecida por ser um local onde as famílias se reúnem para fazerem piqueniques e outras atividades lúdicas (Figura 70). A escolha desta zona dentro do parque é decorrente do estudo prévio efetuado e relacionou-se com a possibilidade de se encontrar um maior número de inquiridos. A concentração de pessoas na zona durante os dias de trabalho de campo flutuou consideravelmente, fruto da grande amplitude do parque e da diversidade de espaços existentes.



**Foram inquiridos neste espaço um total de 57 indivíduos.**

Figura 70 - Registro fotográfico do trabalho de campo realizado no Parque da Cidade [fotografias da autora].

Dado a sua localização, periférica ao centro da cidade, e o seu carácter exclusivamente recreativo, o Parque é frequentado principalmente ao final da tarde e ao fim-de-semana, altura em que o trabalho de campo foi efetuado, nomeadamente nos dias 20/05/2017, 08/07/2017 e 15/07/2017. No Quadro 11 encontram-se os valores médios dos resultados obtidos para as medições neste local.

Quadro 11- Valores médios das medições de ruído realizadas no Local 8 – Parque da Cidade.

Data	L <sub>Amax</sub> (dB)	L <sub>minF</sub> (dB)	L <sub>50</sub> (dB)	L <sub>95</sub> (dB)	L <sub>Aeq</sub> (dB)
20/05/2017	72,4	31,3	46,7	41,8	53,9
08/07/2017	75,2	38,5	48,5	41,6	56,6
15/07/2017	73,0	46,5	56,6	52,2	58,4
<b>Média global</b>	<b>74,3</b>	<b>45,9</b>	<b>57,2</b>	<b>51,6</b>	<b>60,0</b>

## 5.4. CARACTERIZAÇÃO GLOBAL DA AMOSTRA

### 5.4.1. SÍNTESE DA AMOSTRA

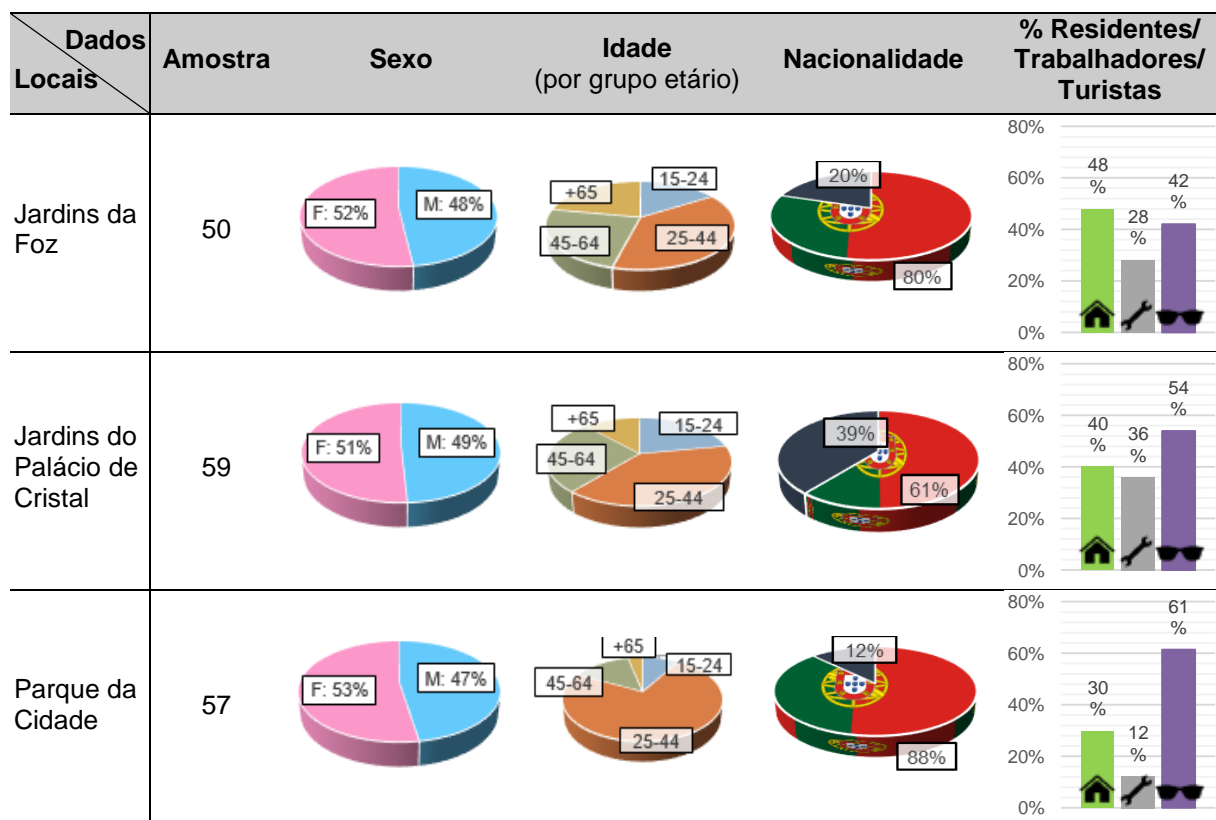
Como referido no capítulo 4.1, a seleção da amostra foi efetuada aleatoriamente, havendo, contudo, a preocupação em obter amostras quantitativamente equivalentes para os diversos locais de estudo, tendo em vista uma análise e discussão de resultados equilibrada entre os 8 espaços definidos. As

condições meteorológicas durante o período de trabalho de campo apresentaram-se como a principal condicionante da recolha igualitária dos dados. O Quadro 12 apresenta um resumo geral da caracterização da amostra para cada espaço selecionado, tendo em conta um conjunto de dados principais, nomeadamente o número de inquiridos por local, a repartição por sexo, a distribuição por grupo etário, a nacionalidade e a relação dos entrevistados com a cidade do Porto e com o local da entrevista em particular.

Quadro 12 - Resumo da caracterização da amostra obtida em cada local de estudo

Dados Locais	Amostra	Sexo	Idade (por grupo etário)	Nacionalidade	% Residentes/Trabalhadores/Turistas
Praça da Liberdade	56	F: 52% M: 48%	+65 15-24 45-64 25-44	30% 70%	27% 14% 68%
Rotunda da Boavista	55	F: 53% M: 47%	45-64 15-24 25-44	20% 80%	38% 45% 36%
Rua das Flores	53	F: 53% M: 47%	+65 15-24 45-64 25-44	38% 62%	28% 45% 47%
Cais da Ribeira	60	F: 50% M: 50%	+65 15-24 45-64 25-44	38% 62%	13% 15% 80%
Praça de Lisboa	50	F: 48% M: 52%	45-64 25-44 15-24	42% 58%	22% 6% 76%





#### 5.4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA

Do total de 440 indivíduos inquiridos, com idades compreendidas entre os 16 e os 88 anos de idade, cerca de 51% foram mulheres (Figura 71). Em termos de distribuição dos inquiridos por grupos etários, a faixa etária com maior expressão correspondeu ao intervalo entre os 25 e os 44 anos (N = 188), com distribuição equitativa entre homens e mulheres (Figura 72). Entre todos os participantes, registou-se uma idade média de 38 anos.

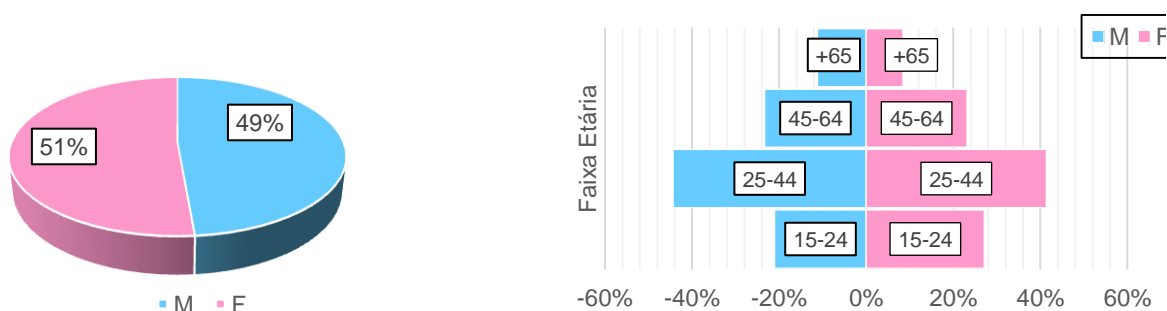


Figura 71 – Distribuição da amostra total por género. Figura 72 - Distribuição da amostra total por faixa etária.

O número total de inquiridos abrangeu 37 nacionalidades diferentes, que se representaram num mapa-mundo que se pode observar na Figura 73. Além de Portugal, os países que mais se destacaram, em relação ao número de inquiridos, foram o Brasil e a Espanha, com 25 entrevistados cada e a França com 19.

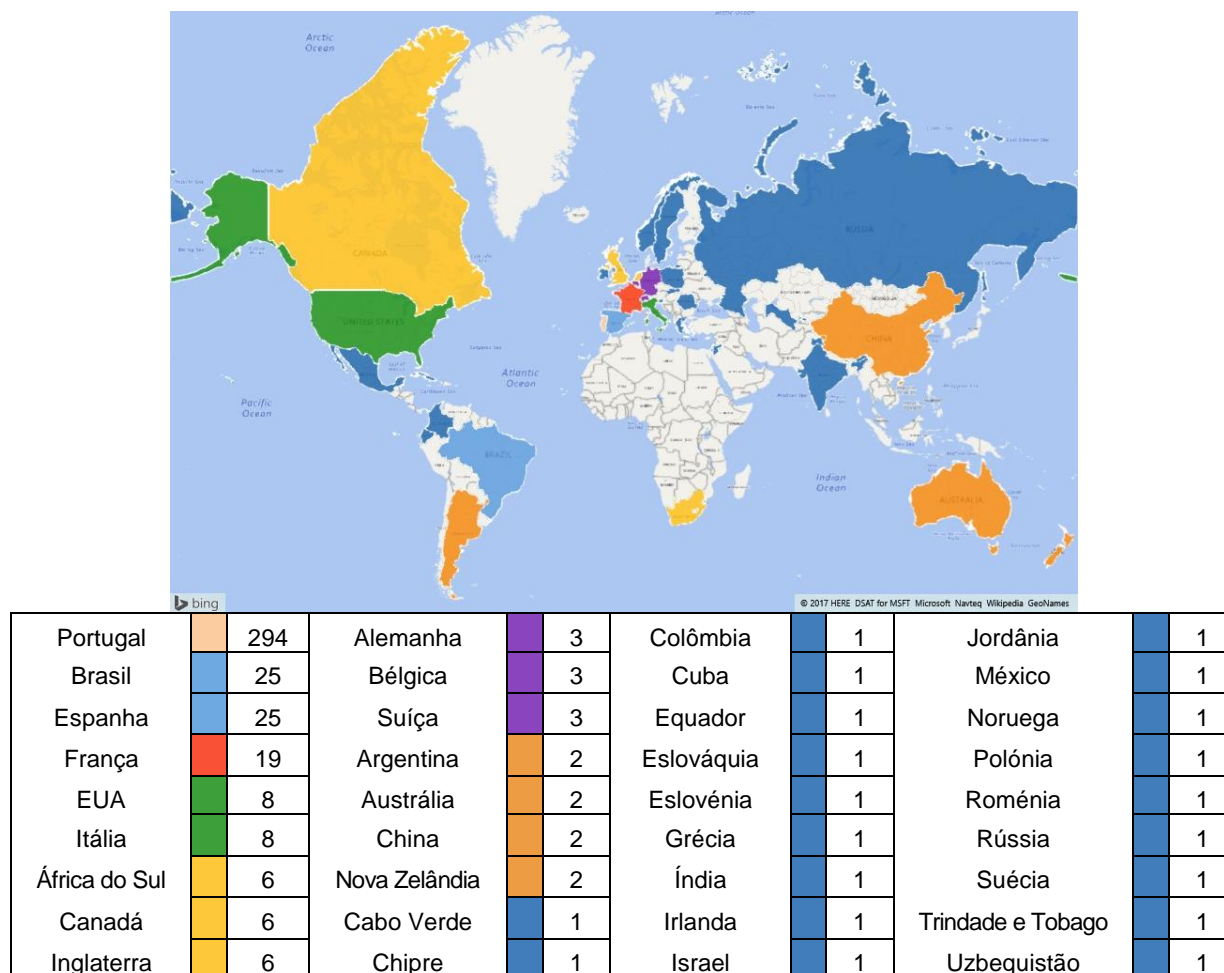


Figura 73 - Mapa de distribuição da amostra total por país de origem.

No que diz respeito ao perfil dos inquiridos relativamente ao nível de escolaridade, 57% dos indivíduos ( $N = 251$ ) concluiu o Ensino Superior, onde o conjunto com maior expressão incluiu os indivíduos com Licenciatura Pré-Bolonha (26%). Verifica-se que, na restante amostra, cerca de 10% ( $N = 42$ ) tem a instrução primária, enquanto que 9% ( $N = 38$ ) possui o 2º ciclo do ensino básico e 25% ( $N = 109$ ) frequentou o ensino secundário (Figura 74).

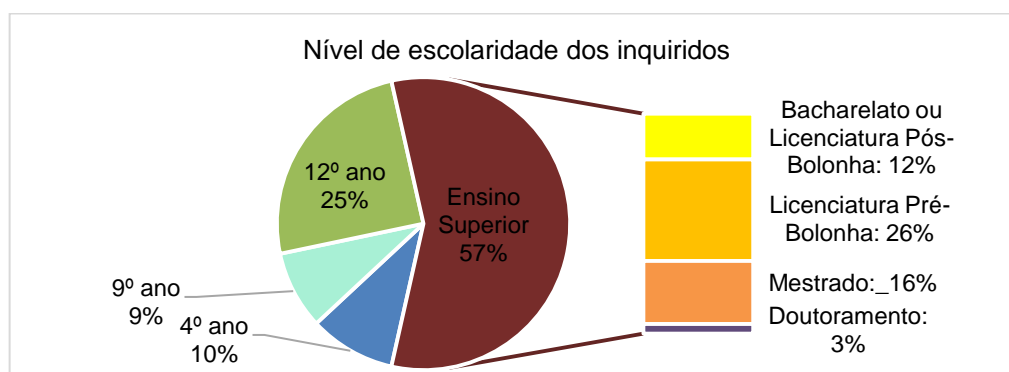


Figura 74 - Distribuição da amostra total por nível de escolaridade.

A classificação da atividade profissional dos inquiridos teve por base o documento da Classificação Portuguesa das Profissões de 2010 [142] com a devida adaptação às necessidades do presente estudo. Destaca-se, com 26% (N = 114), a categoria de “*Serviços, segurança e comércio*” que incluiu, nomeadamente a hotelaria, limpeza e condução de transportes públicos, seguida da categoria de “*Ciências exatas*” com 13% (N = 59) como o caso das áreas de engenharia e arquitetura (Figura 75).

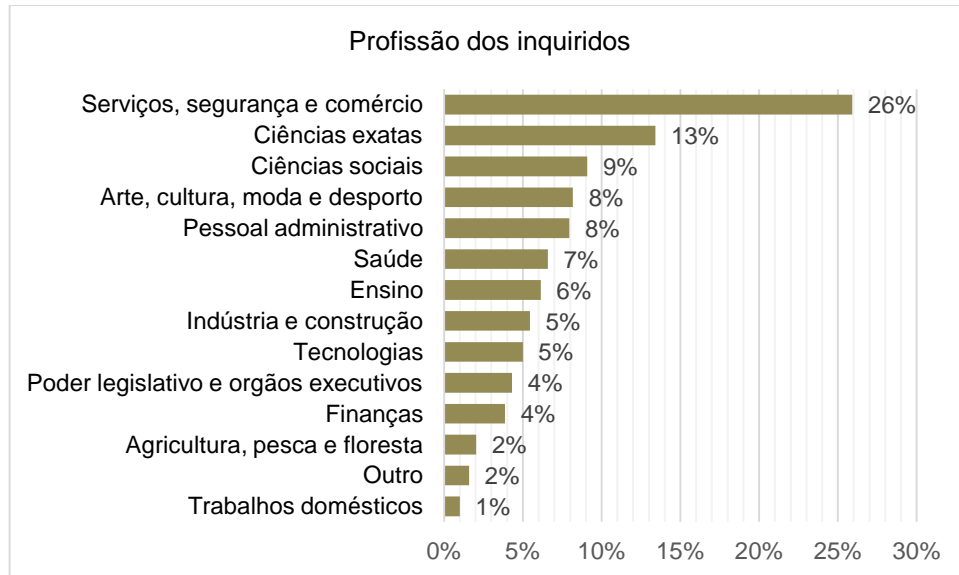


Figura 75 - Distribuição dos inquiridos por classe de atividade profissional.

Relativamente ao estado profissional da amostra inquirida, a grande maioria dos participantes nesta investigação estão ativos profissionalmente sendo que 58% dos participantes (N = 253) estão empregados e 22% (N = 97) são estudantes (Figura 76). Estes dados são coerentes com a pirâmide etária da amostra, visto que a maioria se encontra entre os 22 e os 44 anos.

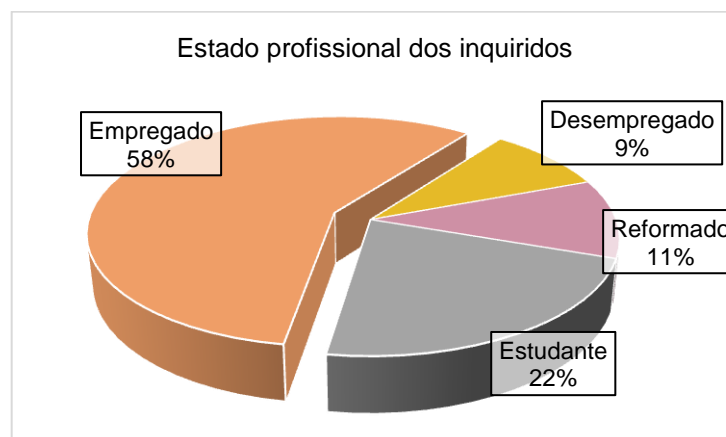


Figura 76 - Distribuição da amostra total por estado profissional dos inquiridos.

Tendo em conta o perfil turístico de parte dos locais de estudo, a amostra apresentou-se como relativamente equilibrada no que diz respeito à relação dos inquiridos com a cidade. Assim, 57% dos participantes na presente investigação (N = 252) eram visitantes e 43% (N = 188) residia e/ou trabalhava na cidade, como consta da Figura 77.

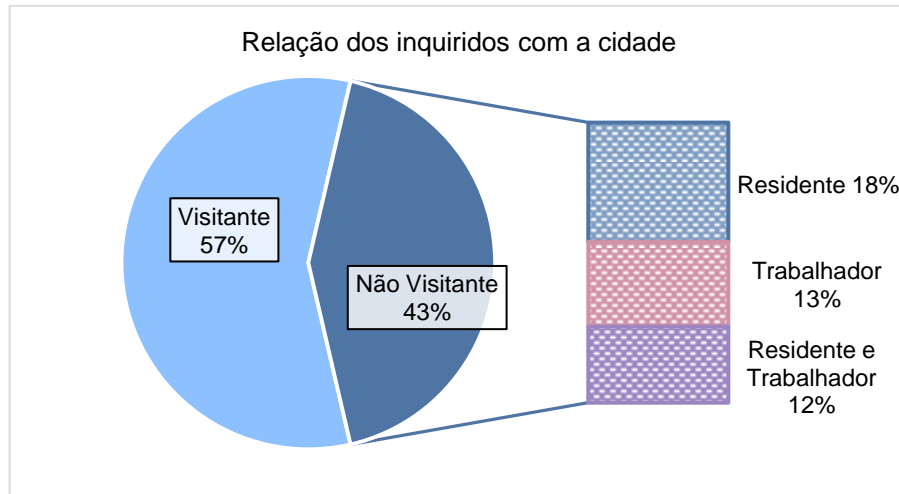


Figura 77 - Distribuição da amostra total baseada na relação dos inquiridos com a cidade.

# 6

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 6.1. INTRODUÇÃO

Os resultados apresentados decorrem do cruzamento de dados obtidos a partir da metodologia aplicada, nomeadamente do preenchimento de inquéritos socioacústicos e das medições de ruído. O estudo da perceção de ruído urbano na cidade do Porto envolveu, portanto, a componente subjetiva e a componente objetiva da experiência acústica, bem como as relações entre ambas.

Para a presente investigação considerou-se, primeiramente, uma análise geral dos resultados obtidos no território portuense. Nesta fase analisou-se, genericamente a correlação das respostas dos inquiridos, quanto às escalas verbal e numérica da incomodidade ao ruído, com os dados recolhidos a partir do sonómetro. Procuraram-se, ainda, avaliar as fontes sonoras dominantes na globalidade dos locais objeto deste inquérito e a relação entre as variáveis socioeconómicas e a incomodidade ao ruído.

Tendo em conta que a experiência acústica é um fenómeno situacional, indissociável do seu contexto espacial, analisaram-se, numa segunda fase, os resultados do trabalho de campo para cada local de estudo em particular.

A perceção de ruído urbano na cidade do Porto foi também investigada sob diferentes perspetivas, em função dos inquiridos serem, ou não, visitantes da cidade, sendo que dentro deste segundo grupo, analisou-se a avaliação do ambiente sonoro em contexto residencial e laboral.

Além disso, consideraram-se os efeitos do ruído no bem-estar dos cidadãos e na sua perceção do ambiente sonoro.

### 6.2. ANÁLISE NA GENERALIDADE

O inquérito socioacústico seguiu a normalização nacional e internacional existente, como descrito no ponto 4.2.1. Assim, a avaliação da incomodidade devido ao ruído ambiental dos locais selecionados, para a presente investigação, teve como base a Norma Portuguesa NP 4476, 2008 - *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos*. Para tal, recorreu-se à utilização de uma escala verbal de cinco pontos (“*Absolutamente nada*”, “*Ligeiramente*”, “*Moderadamente*”, “*Muito*” e “*Extremamente*”) e de uma escala numérica de onze pontos em que 0 é “*Absolutamente nada*” e 10 é “*Extremamente*” (consultar 4.2.1).

A escala numérica foi utilizada para validar a escala verbal e para avaliar a conformidade dos dados, funcionando como uma segunda pergunta. Esta validação foi obtida através da transformação da escala numérica de onze pontos numa escala de cinco níveis, a partir da correspondência com os níveis

da escala verbal. Para tal, definiram-se os seguintes pontos de corte: 0 + 1 = “*Absolutamente nada*”, 2 + 3 = “*Ligeiramente*”, 4 + 5 + 6 = “*Moderadamente*”, 7 + 8 = “*Muito*” e 9 + 10 = “*Extremamente*”.

Na Figura 78 consta a percentagem de respostas obtidas para cada nível de incomodidade de acordo com a escala verbal, numérica e a escala numérica colapsada.

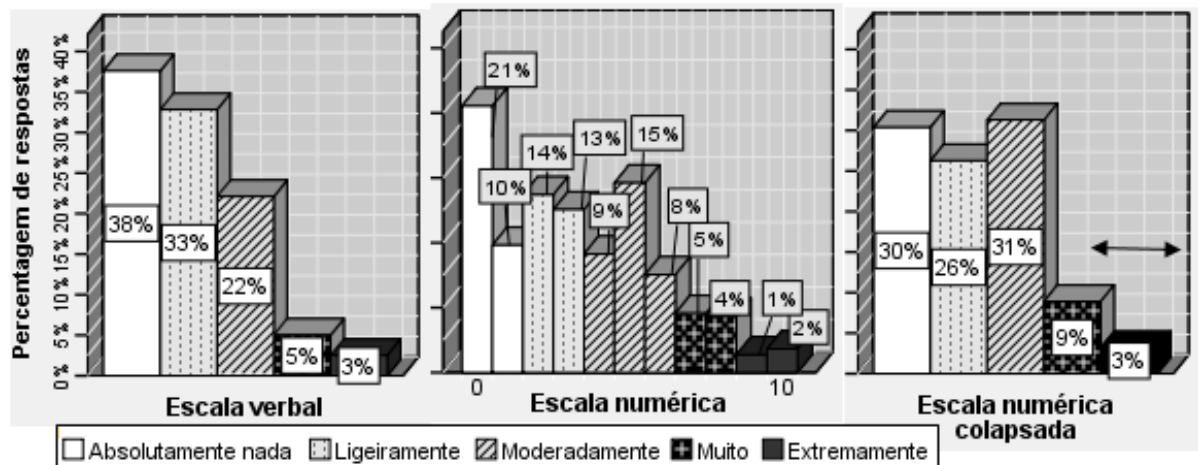


Figura 78 – Distribuição das respostas relativamente à incomodidade devido ao ruído segundo a escala verbal, escala numérica e escala numérica colapsada.

Os resultados mostraram que o tipo de escala utilizada tem influência na resposta, dado que, para uma mesma exposição de ruído e para a mesma amostra, segundo a escala de 11 valores, a maior parte dos inquiridos sentem-se incomodados *moderadamente*, enquanto que, para a escala de cinco valores, a percentagem mais elevada corresponde aos inquiridos “*Absolutamente nada*” incomodados.

Através da relação entre as duas escalas obteve-se um coeficiente de correlação de *Spearman* de 0,812 ( $p < 0,001$ ). Tal indica que, em média, a escala verbal pode explicar 66% da variabilidade da escala numérica ( $0,812^2$ ), tendo este valor sido considerado como aceitável para o uso da escala de 5 pontos. Um estudo prévio mostrou, para a associação entre as mesmas escalas, um coeficiente de correlação de 0,765 ( $p < 0,001$ ) [70].

Validada a escala verbal, analisou-se, segundo as duas escalas, a relação entre a exposição do ruído e a incomodidade provocada pelo mesmo.

A Figura 79 e a Figura 80 ilustram a variação dos níveis sonoros para cada nível de incomodidade manifestado, respetivamente, de acordo com a escala verbal e com a escala numérica. A observação destas figuras permite constatar que, a comparação entre as duas escalas em função dos níveis sonoros, apresentou resultados similares, evidenciando a validação da escala verbal anteriormente efetuada.

De facto, verificou-se que, para ambas as escalas, mesmo quando sujeitos a níveis de ruído apontados pela Organização Mundial de Saúde como causadores de perda de acuidade auditiva ( $>70$  dB(A)) (consultar capítulo 2.3.4), os inquiridos reportaram estar *absolutamente nada* incomodados. Este nível de incomodidade apresentou-se como a resposta com maior amplitude em termos de exposição ao ruído, variando entre 52,2 e 79,0 dB(A).

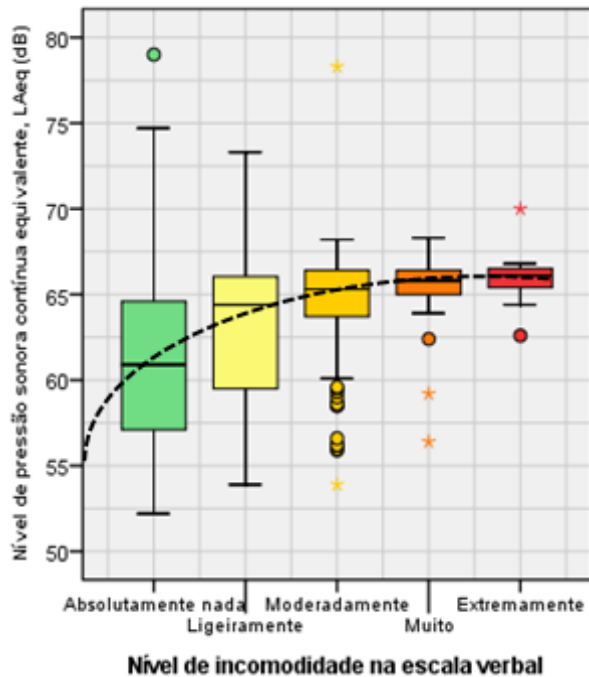


Figura 79 – Relação entre o nível de incomodidade manifestado com a escala verbal e os níveis sonoros medidos.

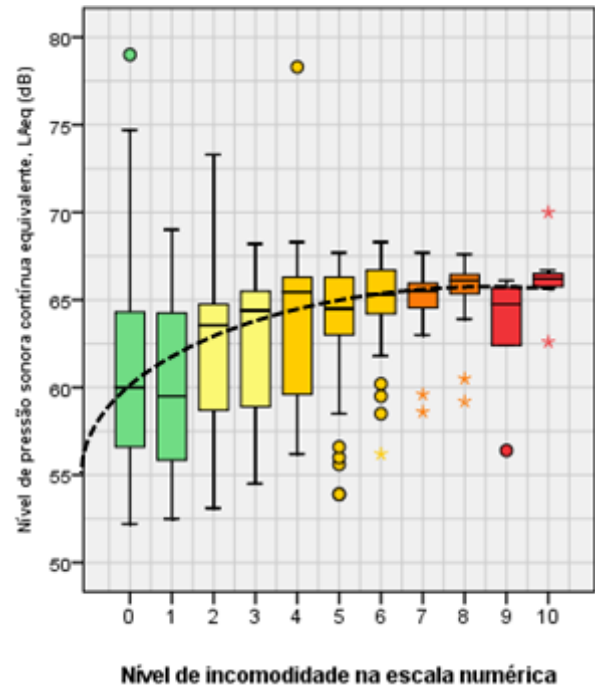


Figura 80 – Relação entre o nível de incomodidade manifestado com a escala numérica e os níveis sonoros medidos.

Observou-se também que, para níveis de incomodidade mais acentuados, a variação do nível sonoro de ruído ambiente foi mais reduzida e, portanto, as respostas foram mais uniformes e homogêneas, sendo que os dados seguem uma linha de tendência de estabilização para os 65 dB(A). Consta-se, ainda, que a evolução da mediana dos resultados das medições de ruído ambiente acompanha na generalidade a manifestação de incomodidade dos inquiridos, ou seja, um maior nível de incomodidade manifestado está associado a uma mediana mais elevada dos níveis de ruído ambiente correspondentes a essas respostas. Salienta-se, contudo, que os valores mais elevados de exposição ao ruído se encontram no nível de incomodidade designado por *absolutamente nada*. Uma das situações mais flagrantes foi um episódio associado a artistas de rua na Rua das Flores ( $LA_{eq} = 79$  dB).

As informações anteriores realçam a importância dos fatores não-acústicos na avaliação da incomodidade provocada pelo ruído.

Na Figura 81 encontram-se representados diversos gráficos que representam a relação de variáveis socioeconómicas e comportamentais com os níveis de incomodidade verbal manifestada, nomeadamente, a média e o desvio padrão da incomodidade sentida pelos inquiridos (na escala verbal) segundo o sexo do inquirido, o respetivo grupo etário, nível de escolaridade, motivo para estar no local e a sensibilidade subjetiva ao ruído reportada, sendo que por sensibilidade considera-se, no presente estudo, a suscetibilidade geral ao ruído [89].

Em termos de influência na incomodidade causada pelo ruído, o género apresentou-se como um fator sem significado, tal como identificado em estudos prévios [53]. De facto, a média de incomodidade reportada por indivíduos do sexo masculino e feminino é equivalente para os dois géneros (2,02).

No que toca ao grupo etário, os indivíduos com idades superiores a 65 anos e entre os 15 e os 24 anos reportaram menor incomodidade do que os inquiridos situados em grupos etários intermédios. Tal pode ser explicado pelo facto de os jovens estão usualmente mais expostos a níveis sonoros mais

elevados, nas suas atividades diárias, incluindo as lúdicas, pelo que não manifestam tanta incomodidade ao ruído ambiente e os idosos terem uma menor acuidade auditiva. A idade tem sido um fator não-acústico amplamente analisado na bibliografia existente, tendo-se confirmado o presente padrão [13].

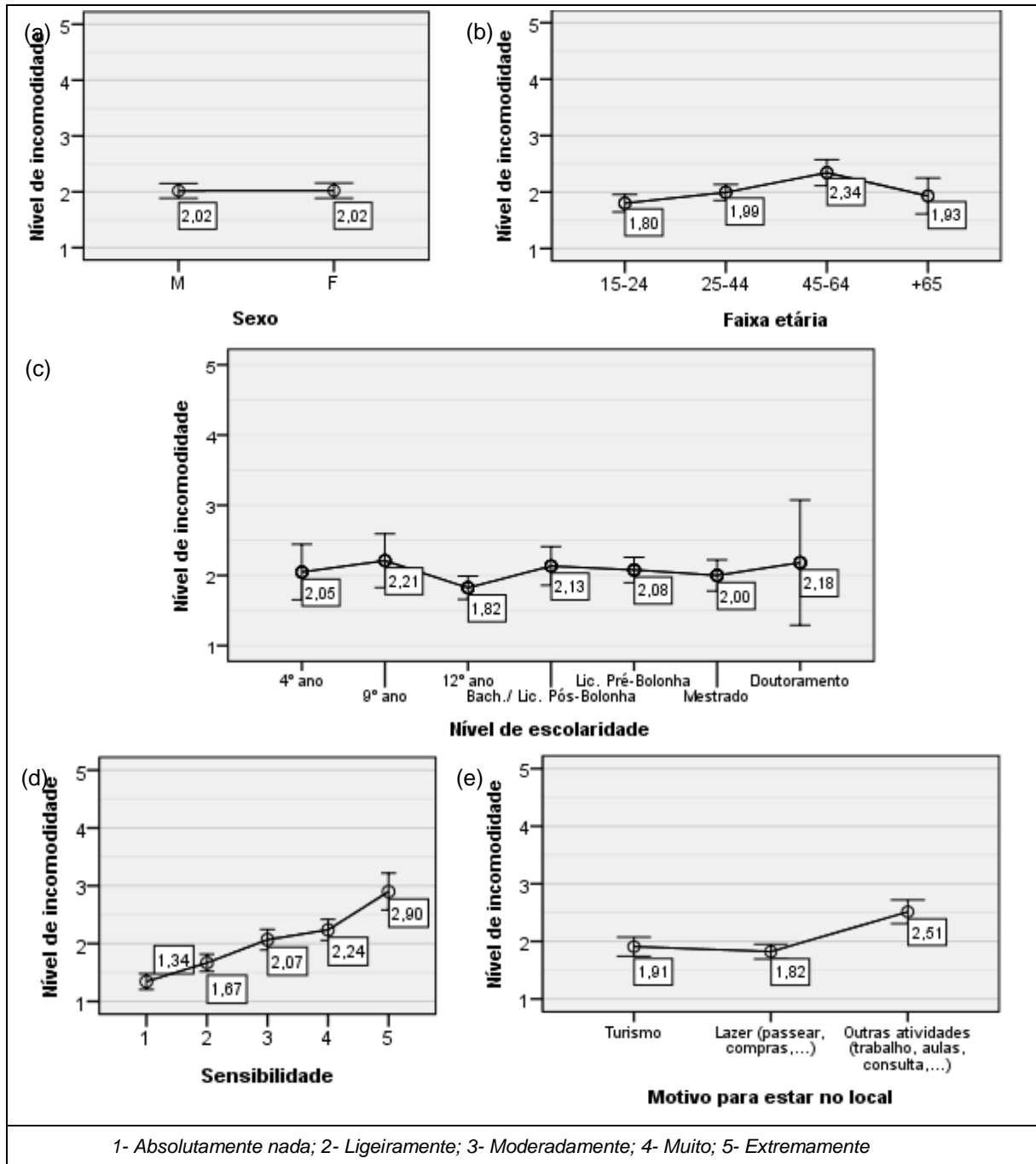


Figura 81 - Incomodidade média e respetivo desvio padrão sentida pelos inquiridos, devido ao ruído ambiente, em função de: (a) Sexo; (b) Grupo etário (faixa etária); (c) Nível de escolaridade; (d) Sensibilidade subjetiva ao ruído; (e) Motivo para estar no local.



A literatura existente sugere o aumento da manifestação de incomodidade em função do aumento do nível de escolaridade [53]. Apesar do nível mais elevado de escolaridade considerado (“Doutoramento”) apresentar a segunda média de incomodidade mais elevada, embora com uma elevada dispersão de respostas dos inquiridos, os restantes resultados não são consistentes com esta afirmação, revelando-se uma aparente uniformidade de manifestação de incomodidade correspondente ao nível *ligeiramente*. Tal pode dever-se ao facto desta amostra ser bastante heterogénea no que diz respeito a este fator, pelo que, neste caso, não é possível tirar conclusões significativas dos resultados apresentados.

A sensibilidade subjetiva ao ruído reportada apresentou-se como um fator não-acústico altamente influente na incomodidade sentida. Através da observação da Figura 81, é possível constatar uma relação linear entre estas duas variáveis, sendo que, quanto mais sensível o indivíduo se considera, maior é a incomodidade reportada. Estes resultados são coincidentes com os relatados na bibliografia sobre a temática, apresentando-se como um fator preponderante e que deve ser tido em conta em estudo socioacústicos [53].

A partir da Figura 81 é possível também constatar a importância do motivo do inquirido para estar no local na avaliação da incomodidade provocada pelo ruído existente. Os indivíduos que se encontravam no local para praticar atividades turísticas e de lazer (como passear ou ir às compras) reportaram menor incomodidade do que os que frequentavam o local devido a trabalho, aulas, consultas ou com outras responsabilidades (1,91 e 1,82 vs 2,51). Tal indicia a importância do estado de espírito dos inquiridos na avaliação do ambiente sonoro, como consta de estudos realizados anteriormente [10, 14].

As fontes sonoras apresentam-se como um elemento-base da experiência acústica do inquirido, influenciando a análise objetiva e subjetiva da mesma. Com vista à caracterização do ambiente sonoro da cidade do Porto, solicitou-se aos inquiridos que identificassem as fontes sonoras predominantes em cada local, sem limite de número de respostas. A presente análise considerou quatro grupos de fontes:

- **Sons de origem rodoviária**, carros, motos, camiões e autocarros;
- **Sons provenientes de transportes de outra natureza**, metro/comboio, barco e aviões;
- **Sons resultantes de atividade humana**, sirenes, obras de construção, vozes e música;
- **Sons naturais**, animais domésticos e pássaros.

Os inquiridos puderam também selecionar a opção *Outros*, sendo que o som proveniente do mar foi a principal fonte sonora identificada neste campo.

A Figura 82 apresenta o tipo de fontes selecionadas em função dos níveis sonoros medidos.

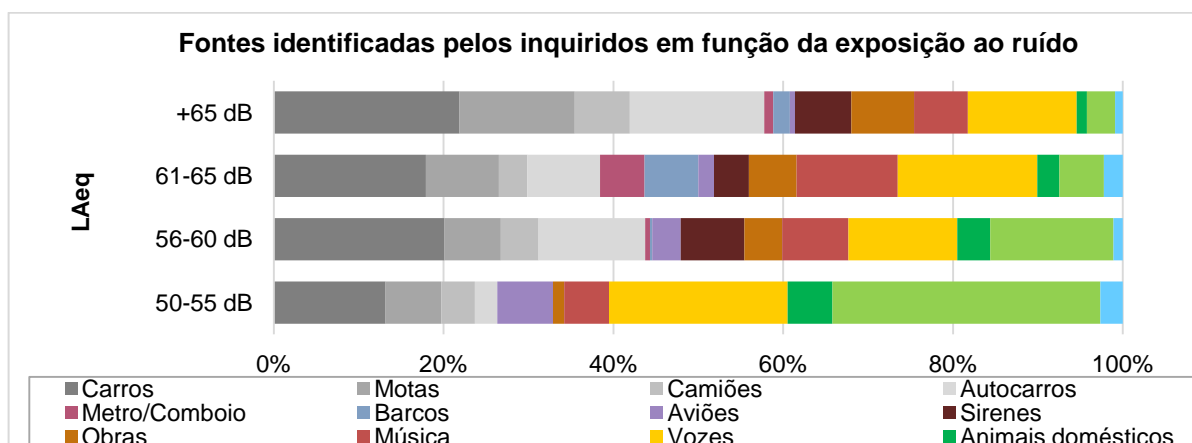


Figura 82 - Identificação das diferentes fontes sonoras, para diferentes níveis de exposição ao ruído ambiente.

Na globalidade, a fonte sonora mais referida pelos inquiridos foi o ruído proveniente dos *carros* (N=275), seguido das *vozes* (N=191) e dos *autocarros* (N=171). Tal evidencia o carácter urbano do ambiente sonoro da cidade do Porto, independentemente da diversidade de áreas da cidade escolhidas para a presente investigação, que incluíam locais turísticos e locais de lazer e recreação.

Para níveis sonoros mais baixos (50-55 dB(A)) os sons naturais e as vozes dominaram as fontes identificadas no ambiente sonoro existente, correspondendo a 60% das respostas. A um aumento dos níveis de exposição ao ruído correspondeu a substituição destes sons por outros, decorrentes de atividade humana (obras, vozes e música), por sons de origem rodoviária e por sons provenientes de outro tipo de transporte.

Relativamente à incomodidade associada a cada fonte sonora, as sirenes e as obras de construção apresentaram-se como as fontes mais referidas pelos inquiridos como as mais incómodas, com uma média de incomodidade de 3,7 e 3,6 respetivamente (Figura 83).

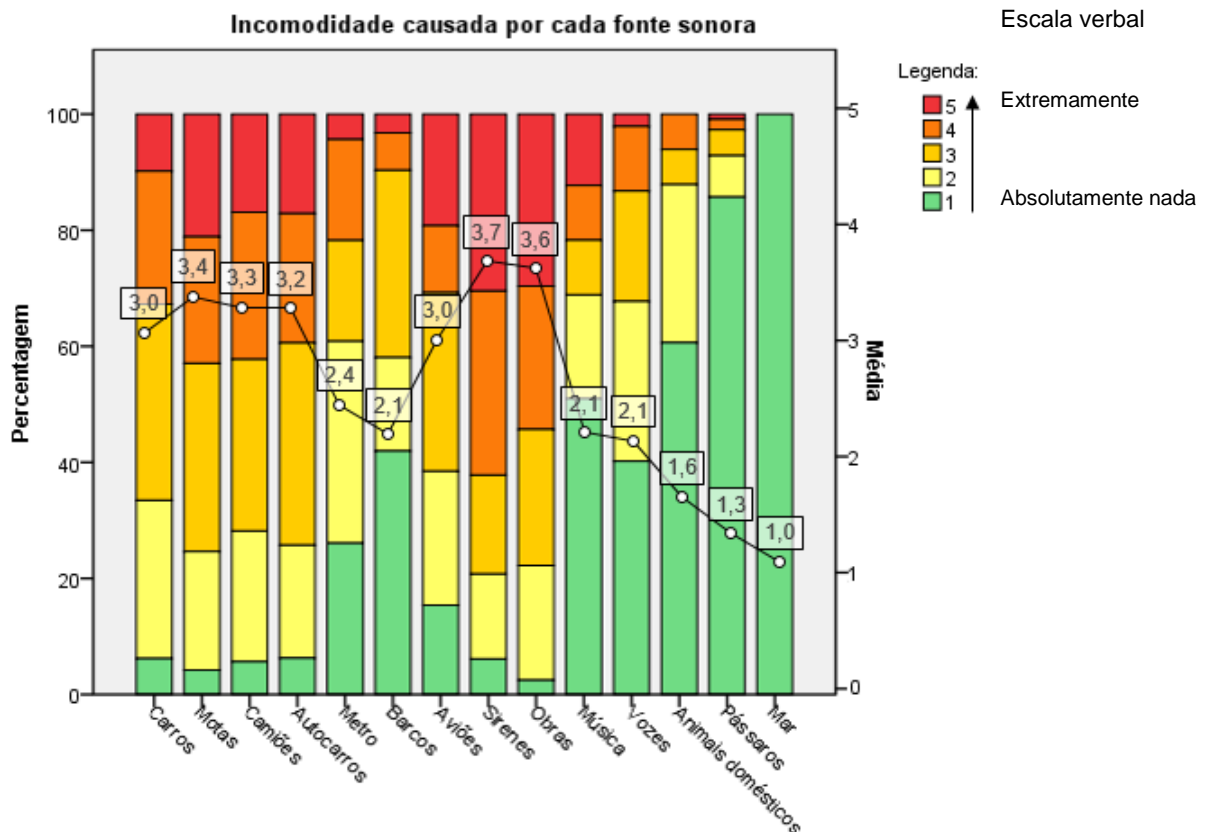


Figura 83 - Incomodidade manifestada pelos inquiridos, segundo a escala verbal, consoante a fonte sonora identificada.

As emissões sonoras associadas ao ruído rodoviário demonstraram provocar praticamente o mesmo nível de incomodidade (superior a 3 numa escala de 5) sendo que se destacam as *motas* como a fonte mais incómoda. Dentro das fontes associadas aos transportes em geral, os *barcos* foram apontados como os menos incómodos, tendo valores de incomodidade reportados equivalentes aos das *vozes* e da *música*. Por sua vez, o *mar* apresentou-se como a fonte mais apreciada, com uma média de incomodidade reportada mínima (Figura 83).

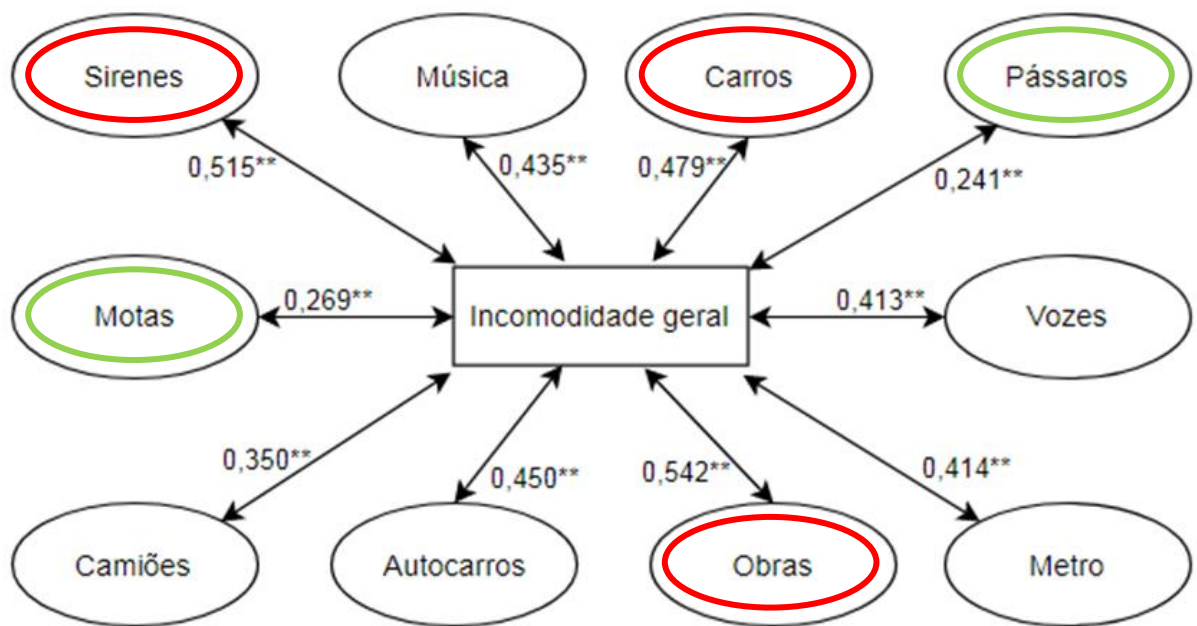


Figura 84 - Coeficiente de correlação  $\tau$  de Kendall, entre a incomodidade geral manifestada pelos inquiridos e a incomodidade manifestada em relação a cada fonte. Nota: (\*\*) A correlação é significativa para  $\alpha \leq 0,01$ .

Os resultados da Figura 84 mostram que a incomodidade geral devido ao ruído tem uma forte relação com a maioria das fontes sonoras identificadas, com exceção de aviões, animais domésticos e do mar.

A incomodidade decorrente do ruído das obras de construção, a incomodidade devido às sirenes e a incomodidade causada pelo ruído dos carros, apresentaram-se como os maiores contribuintes da incomodidade devido ambiente sonoro em geral. A relação entre estas variáveis foi efetuada através do coeficiente  $\tau_B$  de Kendall, apresentando, respetivamente, um coeficiente de 0,542\*\*, 0,515\*\* e 0,479\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) (Figura 84). Estes resultados foram concordantes com as respostas dos inquiridos.

### 6.3. ANÁLISE DE RESULTADOS ASSOCIADA AOS LOCAIS DE ESTUDO

#### 6.3.1. INTRODUÇÃO

Para a presente investigação foram selecionados oito locais de estudo, já detalhadamente descritos no ponto 5.3, característicos pela sua forma urbana, funções urbanas, atividades económicas e lúdicas e, naturalmente, pela sua paisagem sonora que, resumidamente, se relembram na Figura 85.

Tendo em conta o caráter *in situ* da recolha de dados do presente estudo, a análise da experiência acústica dentro do seu contexto situacional torna-se essencial. A avaliação objetiva e subjetiva do ambiente sonoro foi desenvolvida em função dos locais em avaliação, tendo em conta o estudo da percepção de ruído e incomodidade sonora, a contribuição das fontes sonoras para a percepção de ruído e a sensação de incomodidade pessoal e a análise da satisfação com o ambiente sonoro envolvente vs a satisfação relativa às características ambientais de cada um dos locais alvo desta investigação.

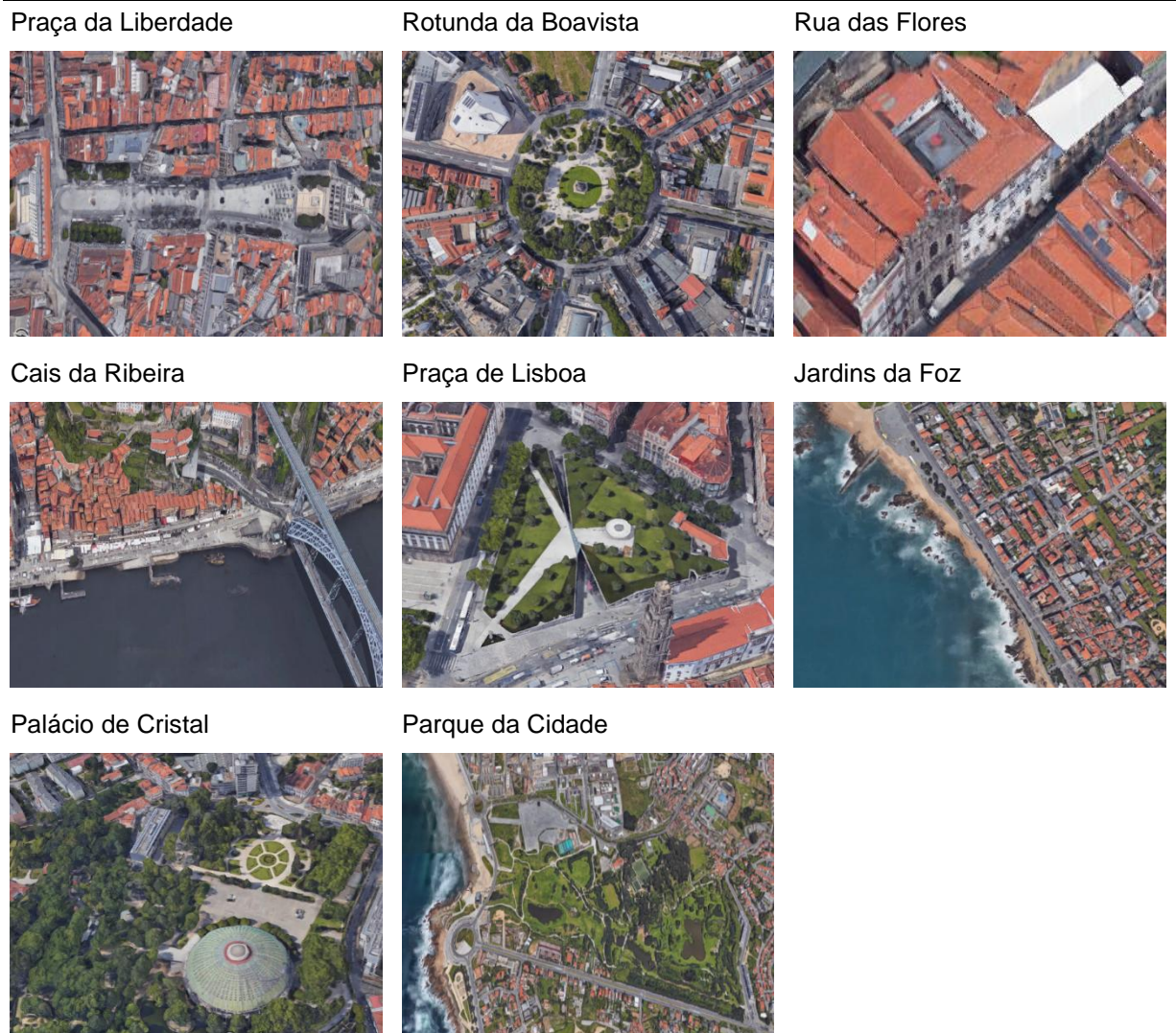


Figura 85 - Vista aérea os locais de estudo em análise [via Google Earth].

### 6.3.2. PERCEÇÃO DE RUÍDO

Assumindo-se este estudo como um estudo de percepção de ruído na cidade do Porto, os inquiridos foram convidados a avaliar, de uma forma genérica, o ruído da cidade do Porto através da questão “*Considera o Porto uma cidade ruidosa?*”, bem como a intensidade ‘sensorial’ do ruído do local de estudo onde se encontravam, através da questão “*Como avalia o ruído deste local?*”.

Ambas as questões apresentavam uma escala de cinco pontos, sendo que o Porto foi avaliado como uma “cidade ruidosa” numa escala de 1, *Absolutamente nada*, a 5, *Extremamente*, e o “ruído deste local” numa escala de 1, *Baixo* a 5, *Muito Alto*. Os resultados podem-se observar na Figura 86 e na Figura 87.

A comparação entre as duas figuras mostra que as respostas, para ambas as questões, seguiram a mesma tendência, ou seja, para locais em que os inquiridos reportam níveis mais baixos de avaliação subjetiva da intensidade sonora foram reportados níveis de avaliação subjetiva do Porto como cidade ruidosa também mais baixos, e vice-versa. Obteve-se um coeficiente de correlação  $\tau_B$  de Kendall de 0,279\*\* ( $p \leq 0,01$ ) entre as duas variáveis. Salienta-se, contudo o caso da Rotunda da Boavista e dos



Jardins da Foz em que se nota claramente a distinção que os inquiridos fazem entre o ruído no local onde estão e o ruído na cidade em geral, assumindo que o local em que estão e onde lhes foi realizado o inquérito, com uma forte componente de ruído rodoviário, não é generalizável a toda a cidade do Porto.

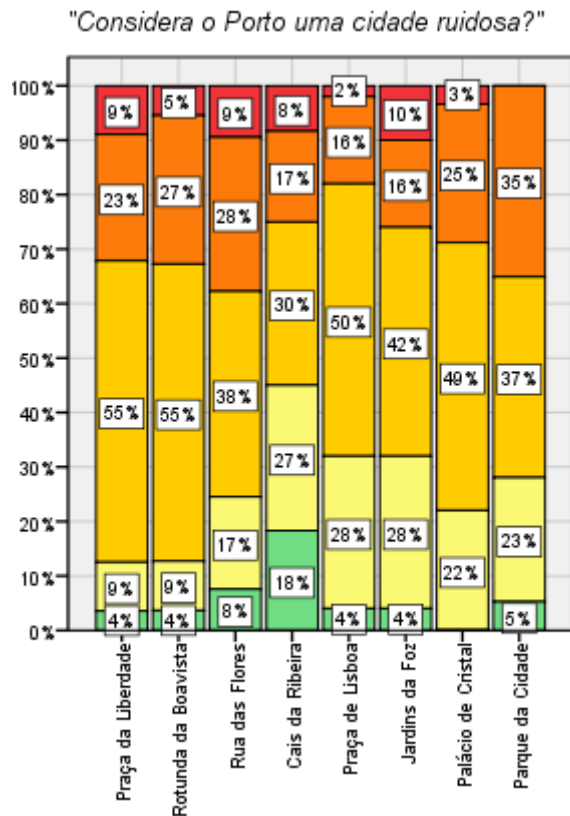


Figura 86 – Avaliação subjetiva do ruído na cidade do Porto.

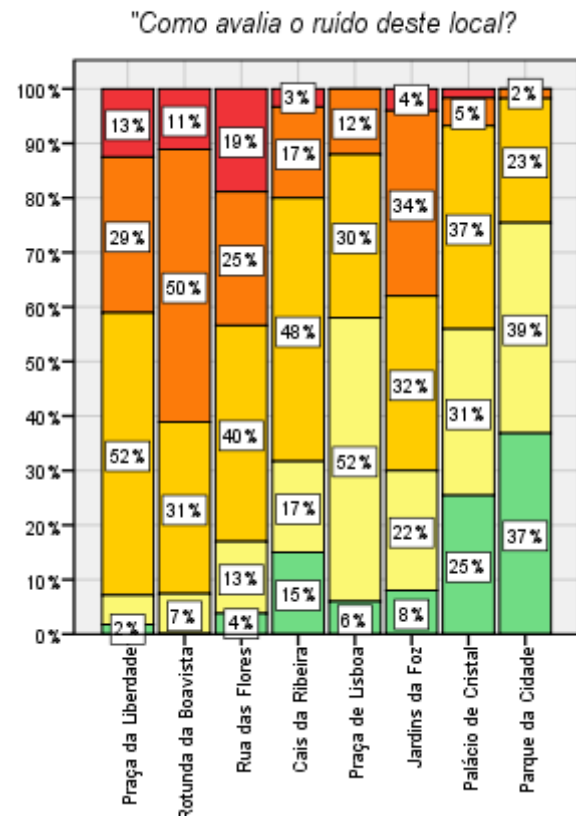


Figura 87 – Avaliação subjetiva da intensidade sonora em cada local de estudo.

Estas informações evidenciaram a importância e a influência do contexto espacial no preenchimento dos inquéritos, mesmo quando a questão não está relacionada com o ruído local.

Na Figura 88 encontram-se representados os valores médios obtidos pelo sonómetro, para cada um dos locais, dos parâmetros acústicos avaliados e aqui reportados ( $L_{A50}$ ,  $L_{A95}$  e  $L_{Aeq}$ ).

Através da análise dos resultados obtidos a partir das medições de ruído, constatou-se que todos os locais ultrapassaram o valor de 55 dB(A) recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para espaços exteriores (ver capítulo 2.3.4). Apesar de excederem o valor recomendado pela OMS, o Palácio de Cristal, o Parque da Cidade e a Praça de Lisboa foram os locais de estudo menos ruidosos. Estas são áreas verdes inseridas na malha urbana, caracterizados por serem zonas de lazer e tranquilidade. Em contraste, a Rua das Flores, uma artéria de carácter essencialmente comercial e turístico e apenas com acesso pedestre, foi o local onde se registaram níveis de exposição ao ruído mais elevados que, considerando os valores indicados pela OMS ( $L_{Aeq} > 70$  dB), poderão estar na origem de perdas de acuidade auditiva. Dos locais de estudo mais ruidosos destacaram-se também a

Praça da Liberdade, um espaço multifuncional, turístico e de serviços, e a Rotunda da Boavista, que apesar de inserido numa zona mista residencial, comercial e de serviços também apresenta uma forte componente de ruído de tráfego.

A Praça da Liberdade e a Rua das Flores apresentaram os valores de ruído de fundo ( $L_{A95}$ ) mais elevados em oposição com o Palácio de Cristal e o Parque da Cidade, locais procurados pelos seus espaços verdes e pela serenidade que transmitem aos seus utilizadores.

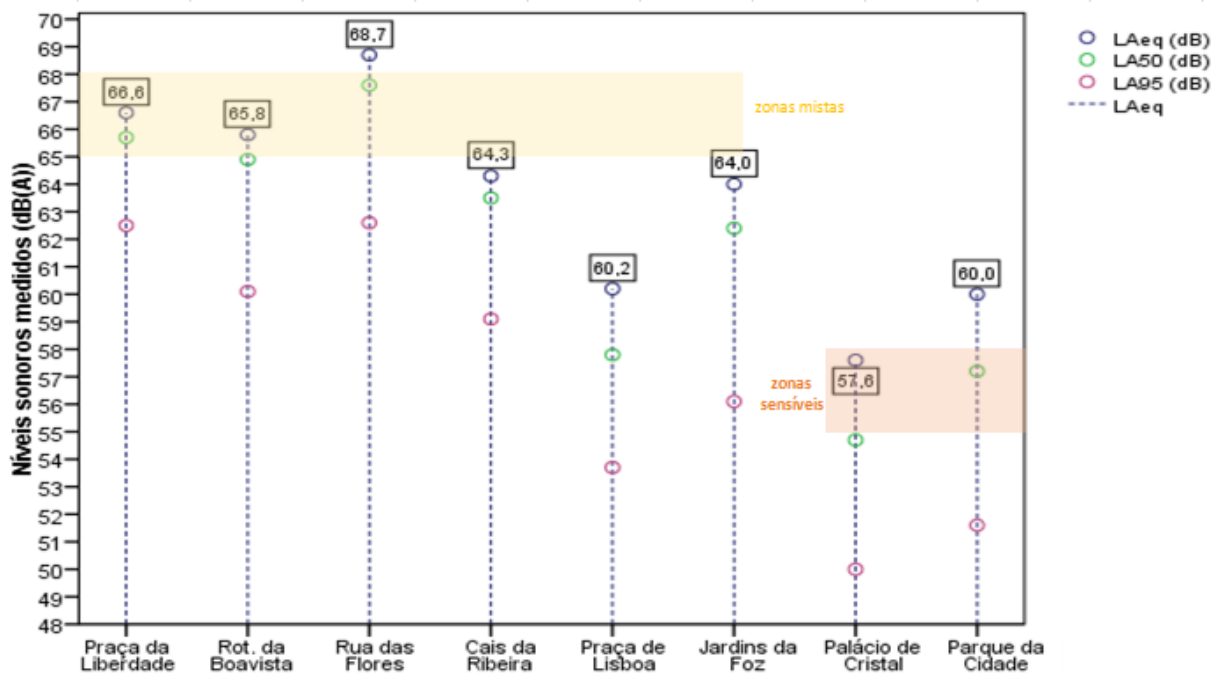


Figura 88 - Valores médios do nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ), do nível sonoro excedido em 50% ( $L_{A50}$ ) e do nível sonoro excedido em 95% ( $L_{A95}$ ) obtidos em cada local de estudo.

Como já exposto anteriormente, a legislação distingue, consoante o uso do solo, entre zonas *mistas* (neste caso, Praça da Liberdade, Rotunda da Boavista, Cais da Ribeira, Praça de Lisboa e Jardins da Foz) e zonas *sensíveis* (Palácio de Cristal e Parque da Cidade), definindo como parâmetro de avaliação de exposição ao ruído o  $L_{den}$  (65 e 55 dB(A), respetivamente) (ver capítulo 2.4). Na Figura 88 encontram-se representados os intervalos de  $L_d$  que corresponderiam a esses valores-limite, visto que as medições foram efetuadas apenas no decorrer do período diurno, considerando-se para zonas *mistas* o intervalo entre 65 e 68 dB(A) e para zonas *sensíveis* entre 55 e 58 dB(A). Os resultados demonstram que esses valores são excedidos na Rua das Flores e no Parque da Cidade e que há risco de serem ultrapassados no caso da Praça da Liberdade, Rotunda da Boavista e Palácio de Cristal.

A Figura 89 permite ter uma visão abrangente dos resultados do valor médio da avaliação subjetiva da intensidade sonora e do valor médio da incomodidade reportada (escala verbal), em função das medições de ruído, especificamente dos resultados dos valores do nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq}$ .

A avaliação subjetiva da intensidade sonora foi medida através da pergunta “Como avalia o ruído deste local?” de 1 a 5, em que 1 era “Baixo” e 5 “Muito alto”. Para tal utilizou-se uma escala em forma de *slide* na qual só constavam as designações para os dois extremos, sendo que o significado verbal para cada nível só foi considerado *a posteriori* do preenchimento dos inquéritos.

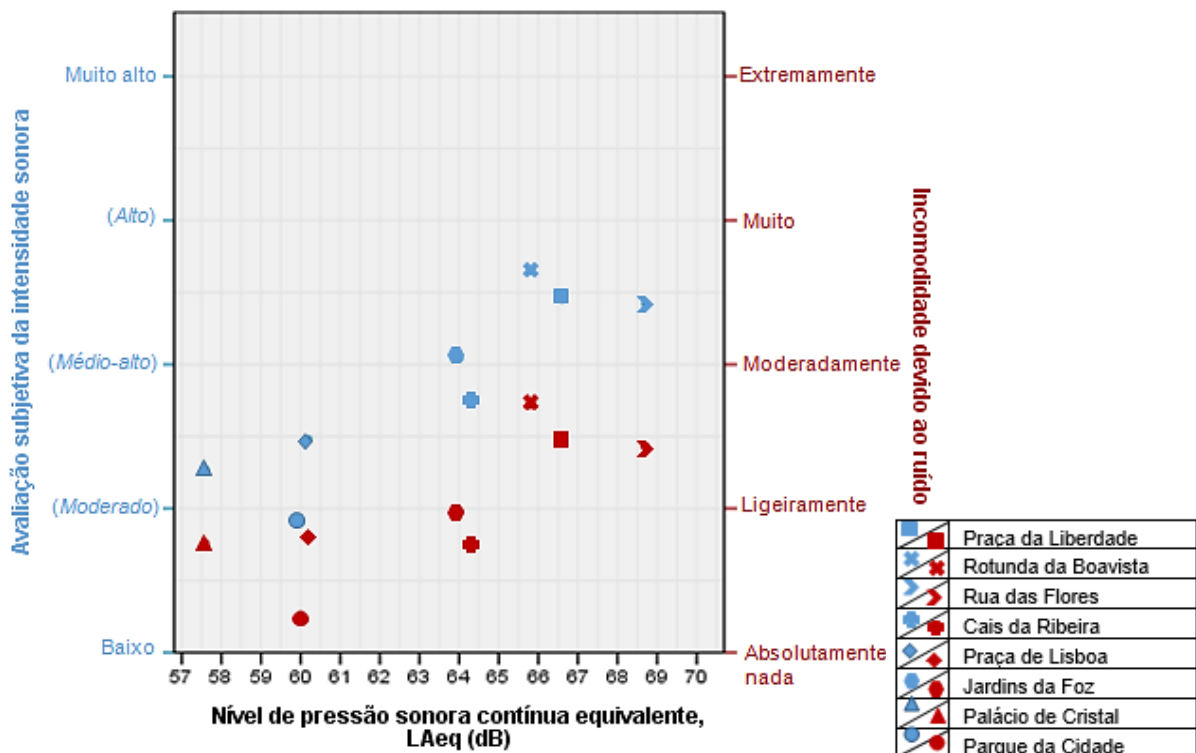
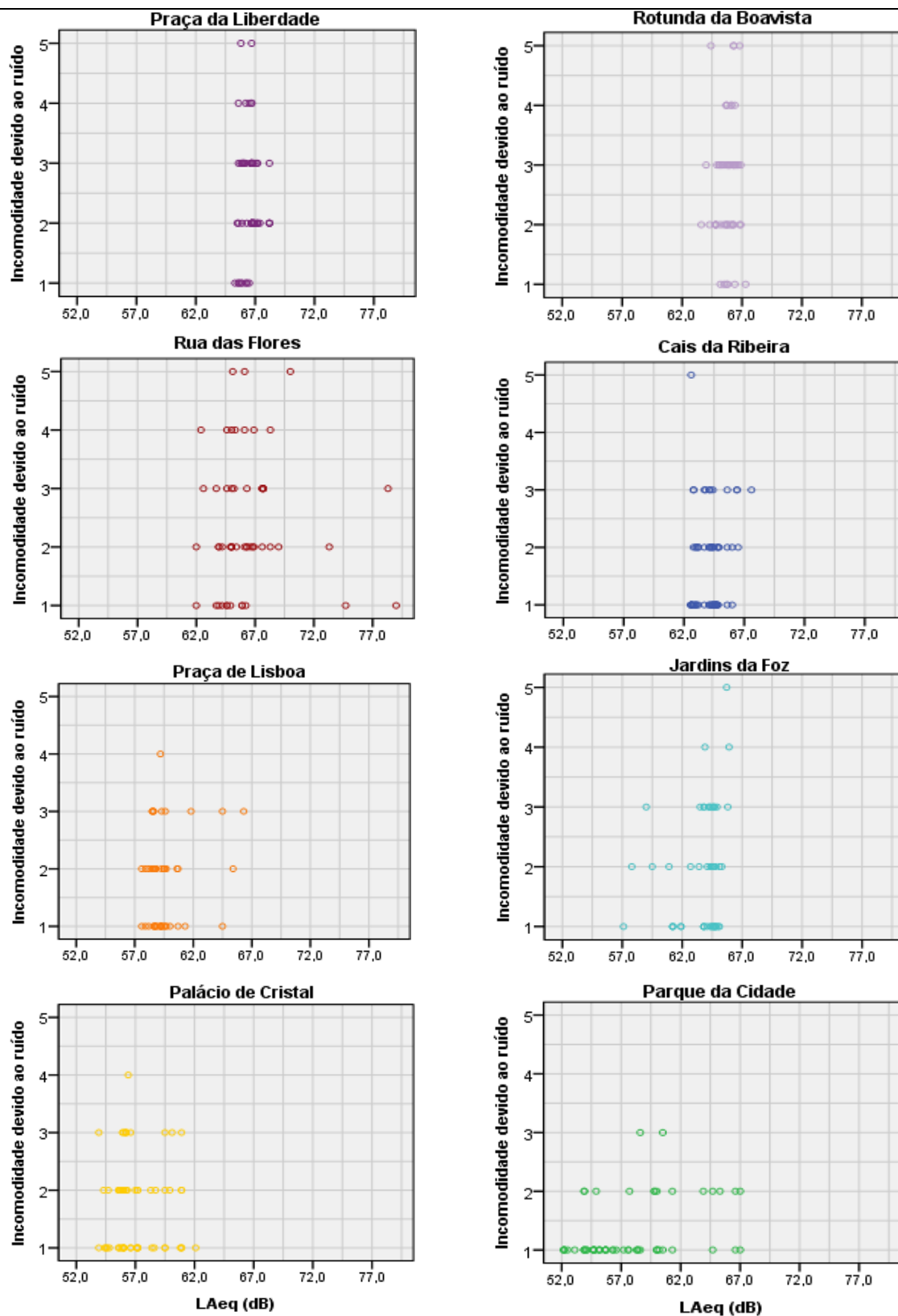


Figura 89 - Relação entre os níveis de exposição ao ruído, a avaliação subjetiva média da intensidade sonora e a incomodidade devido ao ruído.

Comparando os valores obtidos na Rotunda da Boavista com os da Rua das Flores, patentes na Figura 89, verificou-se que, apesar deste último local ter uma exposição média ao ruído mais elevada (68,7 dB(A)) do que a Rotunda da Boavista (65,8 dB(A)), a incomodidade sonora média manifestada pelos inquiridos foi mais reduzida (2,43 vs 2,72) e o local avaliado como sendo menos ruidoso (3,42 vs 3,65).

Outra análise interessante é a comparação entre os resultados obtidos para o Parque da Cidade e para a Praça de Lisboa. Apesar de apresentarem níveis médios de exposição muito próximos (60,0 e 60,2 dB(A), respetivamente), o ambiente sonoro da Praça de Lisboa foi reportado como sendo mais incómodo (1,80 vs 1,26) e avaliado como mais intenso (2,48 vs 1,90) (Figura 89). É uma avaliação subjetiva, mas que tem um fundamento associado à natureza dos estímulos sonoros em presença. Apesar de se poder considerar a Praça de Lisboa como um jardim urbano e quase um ‘oásis’ no meio do edificado existente, a verdade é que se localiza no topo de um parque de estacionamento, junto a um dos pontos turísticos mais emblemáticos da cidade do Porto (Torre dos Clérigos) e numa zona onde o congestionamento do tráfego é frequente. Ao invés, o Parque da Cidade quase se assemelha a uma zona campestre dentro da cidade, cuja dimensão e configuração cria condições para que o utilizador se ‘esqueça’ de eventuais fontes de ruído que possam existir na sua proximidade.

Verificou-se, para cada local, uma uniformidade entre a variável de avaliação subjetiva da intensidade sonora e a variável de incomodidade devido ao ruído. Ou seja, comparativamente, se um local se mostrou mais incómodo do que outro, foi avaliado como sendo também mais ruidoso e vice-versa.



1- Absolutamente nada; 2- Ligeiramente; 3- Moderadamente; 4- Muito; 5- Extremamente

Figura 90 – Relação entre o nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ) e a incomodidade sonora, reportada na escala verbal, para cada local de estudo



A Figura 90 apresenta informação mais detalhada sobre a relação entre os valores dos níveis de pressão sonora contínua equivalente,  $L_{Aeq}$ , obtidos em função da incomodidade sonora reportada em cada local.

Tomando como exemplo a Praça da Liberdade e a Rotunda da Boavista, observa-se que, apesar da maioria dos valores relativos à exposição ao ruído se encontrar, para os dois locais, no intervalo entre os 64,5 e os 67,0 dB(A), a incomodidade causada pelo ruído assume todos os valores, de *Absolutamente nada* a *Extremamente*.

A Rua das Flores foi o local onde se mediu o nível sonoro mais elevado (79,0 dB(A)), sendo que, para esse valor, a incomodidade média reportada foi *Absolutamente nada*. Ao invés, no caso do Cais da Ribeira, para o valor mais baixo medido nesse local (62,6 dB(A)) foi atribuída uma classificação de incómodo extremo (*Extremamente*).

No caso da Praça de Lisboa, a maioria das respostas correspondentes ao nível de incomodidade mínimo (*Absolutamente nada*) foram referentes a valores de exposição ao ruído entre os 62,0 e os 67,0 dB(A) enquanto que, nos Jardins da Foz, compreenderam o intervalo entre os 63,0 e os 64,0 dB(A).

O nível de incomodidade mais alta reportada no Palácio de Cristal foi *Muito* e correspondeu a um nível de ruído de 56,4 dB(A), em contraste com os resultados obtidos no Parque da Cidade, onde o nível mais elevado de incomodidade registado foi *Moderadamente* e foi reportado para valores mais altos, entre 58,6 e 60,5 dB(A).

Do anteriormente exposto, torna-se evidente que o mesmo valor de exposição ao ruído pode causar diferentes níveis de incomodidade e que, a níveis sonoros mais elevados, não estão associados, necessariamente, níveis de incomodidade mais severos. Salienta-se que estas diferenças não se manifestam somente entre locais diferentes, mas inclusive no mesmo local. Tal realça a importância de contextualizar no espaço as emissões sonoras e de perceber de que maneira é que as características locais podem influenciar a percepção de ruído urbano. Deste modo, propõe-se um modelo de incomodidade em função da exposição ao ruído considerando um coeficiente de “correção de contexto” ( $k_c$ ):

$$\text{Incomodidade} = f(L_{Aeq}) + k_c$$

### 6.3.3. CONTRIBUIÇÃO DAS FONTES SONORAS PARA A PERCEÇÃO DO RUÍDO

A Figura 91 apresenta a variação do nível de pressão sonora contínua equivalente ( $L_{Aeq}$ ), em cada local objeto do presente estudo.

O local que apresentou menor amplitude dos níveis de exposição ao ruído ( $\Delta L_{Aeq} = 2,1$  dB) foi a Praça da Liberdade, onde o trânsito decorreu fluído e contínuo durante o trabalho de campo.

Em contraste, o Parque da Cidade foi o local com maior amplitude de variação do nível sonoro ( $\Delta L_{Aeq} = 14,8$  dB), apesar de apresentar um dos mais baixos níveis sonoros médios. Tal pode ser explicado pela alteração regular do ambiente sonoro no decorrer da recolha de dados. Sendo este um espaço de lazer, procurado pelos cidadãos para contacto com a natureza, na mesma localização, tanto dominava um ambiente tranquilo com uma densidade de utilizadores do espaço muito baixa, como um ambiente festivo, em que as famílias se juntavam e praticavam atividades recreativas.

A Rua das Flores evidenciou-se, não só por ser o local onde se obtiveram valores de exposição ao ruído mais elevados, mas também pelos valores máximos atingidos que se consideraram atípicos. Durante a recolha de dados, a paisagem sonora foi preenchida por diversos artistas de rua, alguns utilizando sistemas de amplificação de som, que contribuíram para a existência de valores atípicos

extremos de 79 dB(A). Além disso, este espaço encontra-se a passar por uma fase de requalificação urbana, sendo constantes os trabalhos de construção ao longo da rua cuja influência no ambiente sonoro também foi evidente.

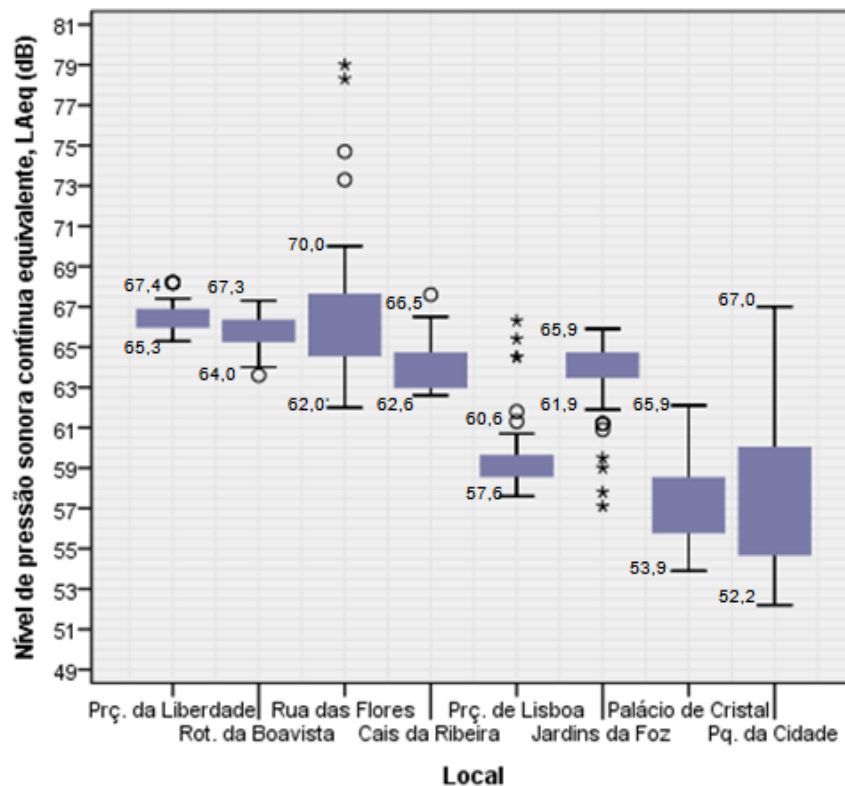


Figura 91 - Variação do nível de pressão sonora contínua equivalente ( $L_{Aeq}$ ) em cada local de estudo.

Apesar de apresentar uma das menores amplitudes em termos de exposição ao ruído ( $\Delta L_{Aeq} = 12,0$  dB), a Praça de Lisboa destacou-se por apresentar um conjunto de valores atípicos superiores à gama em que se encontra o nível sonoro usual no local onde se realizou o estudo. O trabalho de campo neste espaço foi desenvolvido ao fim da tarde durante a semana, por este se apresentar como o horário de maior afluência no local. A existência de valores extremos superiores ficou, essencialmente, a dever-se aos sinos da Igreja dos Clérigos, situada nas imediações, que toca todos os dias às 18h.

Outro local que se destaca pela existência de valores atípicos, neste caso mínimos, são os Jardins da Foz. Este é um local limitado pela Avenida do Brasil, um arruamento urbano com duas vias em cada direção, no qual o trânsito decorreu fluído em alternância com períodos de baixa concentração de veículos, o que pode justificar a medição de vários valores mínimos de exposição sonora durante a recolha de dados.

A variação dos níveis de exposição sonora é naturalmente influenciada pelos tipos de fontes que compõem a paisagem sonora dos diferentes espaços públicos.

Na Figura 92 constam as fontes sonoras identificadas pelos inquiridos em cada local de estudo. Tendo em conta a multiplicidade de fontes sonoras coexistentes num espaço público, bem como todos os fatores envolvidos na experiência acústica, nada garante que as fontes selecionadas cubram na totalidade da paisagem sonora de cada espaço. Estas são sim, as fontes sonoras percecionadas pelos frequentadores dos locais e que mais suscitam a sua atenção.

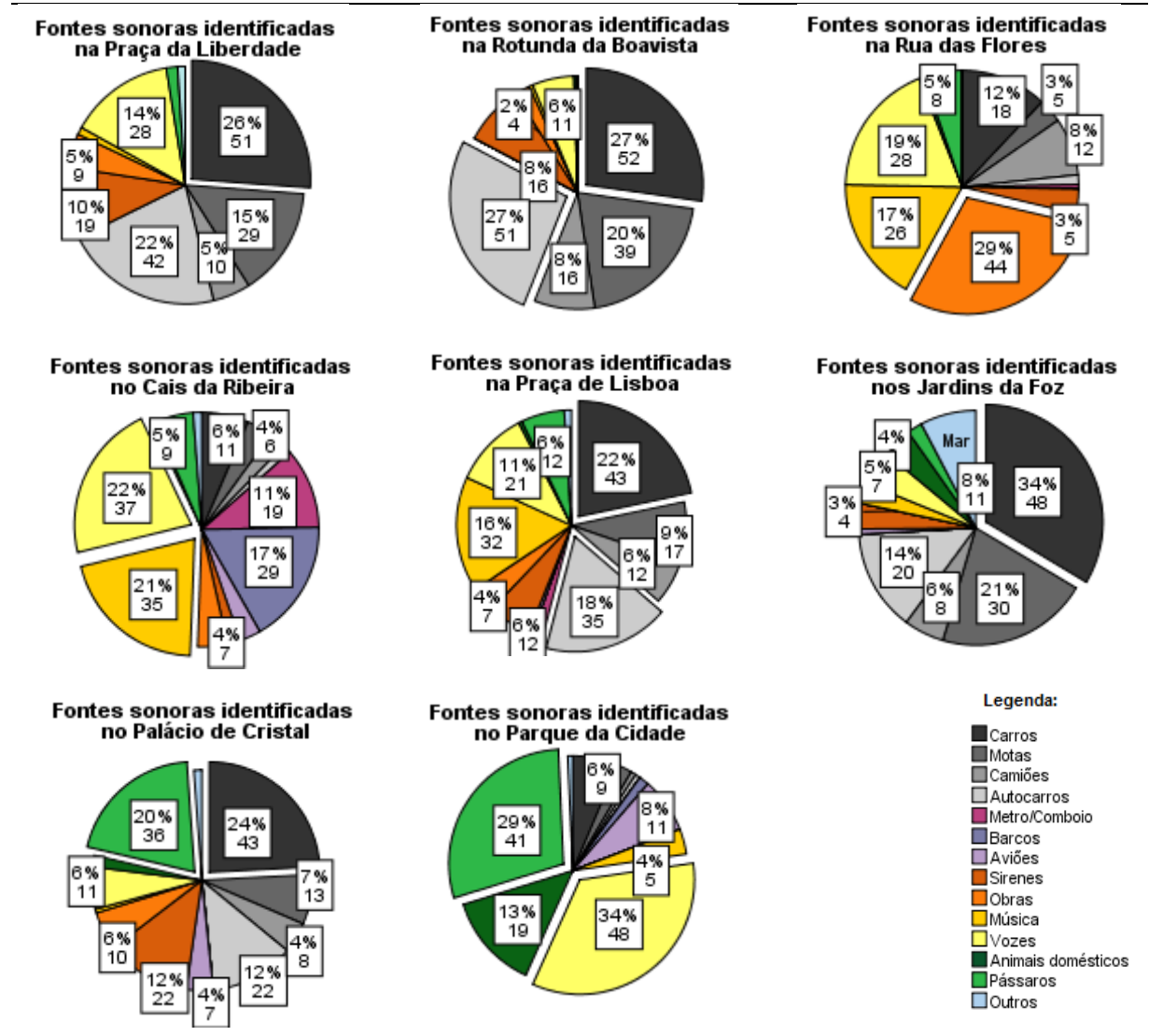


Figura 92 - Fontes sonoras identificadas pelos inquiridos em cada local de estudo.

Os inquiridos identificaram as fontes sonoras através da questão “*Que tipo(s) de sons e ruídos ouve neste local?*” podendo escolher um número indefinido de respostas dentro das opções disponíveis, designadamente: *Carros; Motas; Camiões; Autocarros; Metro; Barcos; Aviões; Vozes; Música; Animais domésticos; Pássaros/Aves; Obras; Sirenes/ Alarmes/ Buzinas; Outro*. Cada inquirido selecionou em média três fontes sonoras.

O ruído de origem rodoviária apresentou-se como o tipo de ruído dominante na Praça da Liberdade, representando 68% das respostas dadas, sendo que os *carros* foram a principal contribuição. As restantes fontes identificadas são resultantes de atividade humana nomeadamente *sirenes* (10%), *obras* (5%) e *vozes* (14%).

Na Rotunda da Boavista foi identificada, pelos inquiridos, um ambiente sonoro com características muito semelhantes às da Praça da Liberdade, com o tráfego rodoviário a ser ainda mais significativo (82%). Este local tem a função rodoviária acentuada, sendo um dos pontos principais de acesso à cidade e constituindo um polo de distribuição de tráfego inserido dentro de um contexto misto com comércio, serviços e zonas residenciais.

Na Rua das Flores, o ambiente sonoro foi essencialmente caracterizado por sons resultantes de atividade humana, sendo principalmente dominada pelo ruído das *obras* (29%), seguido das *vozes* (19%) e da *música* (17%). As restantes respostas basearam-se essencialmente no ruído proveniente do tráfego rodoviário.

O Cais da Ribeira, segundo os inquiridos, apresentava uma considerável diversidade de fontes sonoras sendo que as principais fontes apontadas resultam da atividade humana, nomeadamente *vozes* (22%) e *música* (21%), ou provêm de outros tipos de transporte que não o rodoviário, nomeadamente *barcos* (17%) e *metro* (11%). Os inquiridos identificaram também neste local *sirenes*, *aviões*, *pássaros*, *carros* e *motas*.

Relativamente à Praça de Lisboa, 55% das respostas incluíram fontes sonoras de origem rodoviária, sendo que os *carros* e os *autocarros* foram as fontes que mais contribuíram para este valor (22% e 18% respetivamente). Foram também identificadas fontes sonoras resultantes de atividade humana, designadamente *música* (16%), *vozes* (11%), *sirenes* (6%) e *obras* (4%). Dos locais selecionados em contexto urbano, este foi o que evidenciou maior percentagem e valor absoluto de respostas referentes a sons naturais, nomeadamente *pássaros* (6%), salientando a relevância de espaços com características mais naturais, como é o caso do Jardim das Oliveiras, em áreas marcadas por outras fontes de ruído com maior conotação negativa.

O ruído de origem rodoviária constituiu 75% das fontes sonoras identificadas nos Jardins da Foz, sendo que o principal contributo foi dado pelos *carros* (34%), seguido das *motas* (21%), *autocarros* (14%) e *camiões* (6%). Este local foi o espaço em que os inquiridos recorreram mais à opção *outro*, identificando o *mar* como fonte sonora audível no local (8%). Os inquiridos selecionaram ainda fontes resultantes da atividade humana (*sirenes*, *música* e *vozes*) e sons naturais (*animais domésticos* e *pássaros*).

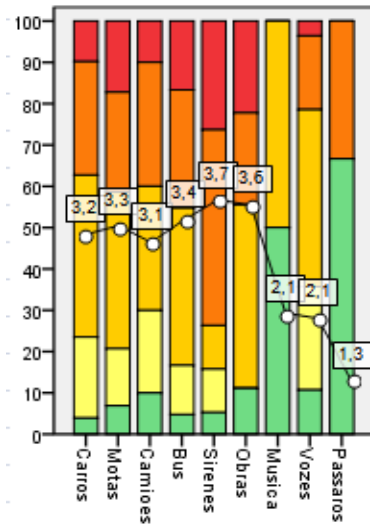
No caso do Palácio de Cristal, quase metade das respostas corresponderam a tráfego rodoviário, sendo que os *carros* foram a fonte com maior expressividade (24%). Os *pássaros* foram a segunda fonte de ruído mais considerada (20%), seguido das *sirenes* (12%) e da *música* e *vozes* com 6% cada uma. Sendo um espaço verde com alguma dimensão, no centro da cidade, poder-se-ia pensar que grande parte das respostas estaria associada a ruídos de base natural. No entanto, o facto deste Jardim estar delimitado por diversas vias rodoviárias, algumas das quais eixos fundamentais da cidade, criam condições para que a influência do tráfego rodoviário se faça sentir em grande parte da sua envolvente, nomeadamente no local em que se realizou este inquérito.

A paisagem sonora do Parque da Cidade foi caracterizada essencialmente por *vozes* (34%) e por sons naturais, nomeadamente *pássaros* (29%) e *animais domésticos* (13%). O ruído proveniente dos *aviões* foi também assinalado neste local (8%) bem a *música*. Os restantes 12% das respostas dadas neste local corresponderam a ruído de tráfego rodoviário.

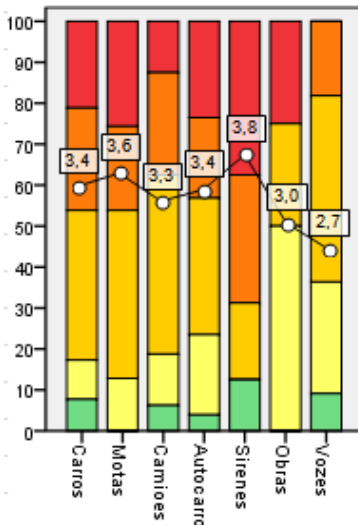
A identificação das fontes sonoras revelou que o ambiente sonoro de cada local de estudo está intimamente ligado com as funções e a envolvente de cada espaço. As zonas turísticas e comerciais, como é o caso da Rua das Flores e do Cais da Ribeira, apresentaram uma paisagem sonora preenchida por *vozes* e *música*, enquanto que as zonas mistas com comércio, serviços e habitação, como a Rotunda da Boavista e os Jardins da Foz, se apresentam com uma forte influência do ruído do tráfego rodoviário, essencial para que os cidadãos possam deslocar-se nas suas atividades diárias. As áreas de recreação e lazer, como o Palácio de Cristal e o Parque da Cidade, apresentam as taxas mais elevadas em termos de identificação de sons naturais, sendo procuradas para essa função devido à tranquilidade associada a este tipo de sons.

Após identificarem as fontes sonoras que compunham o local do preenchimento do inquérito, os participantes no presente estudo foram questionados sobre a incomodidade provocada por cada fonte selecionada, numa escala de 1 a 5, em que 1 é *Absolutamente nada* e 5 é *Extremamente*. Os resultados encontram-se na Figura 93.

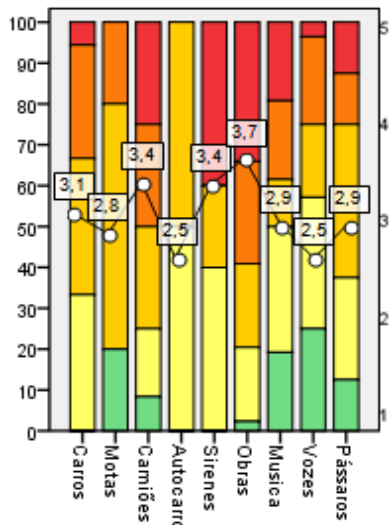
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras na Praça da Liberdade**



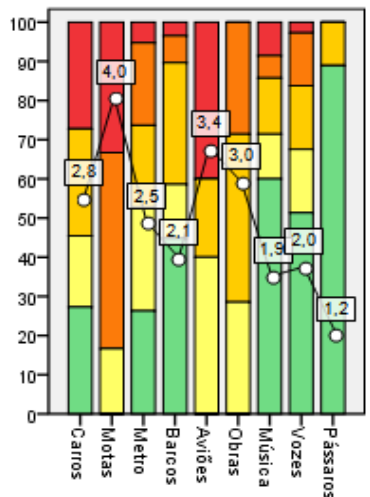
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras na Rotunda da Boavista**



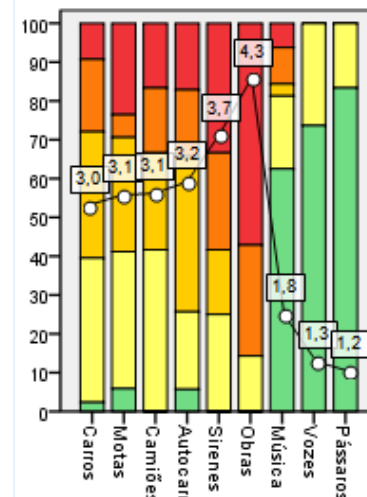
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras na Rua das Flores**



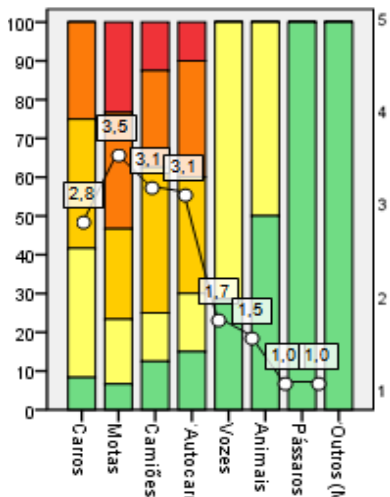
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras no Cais da Ribeira**



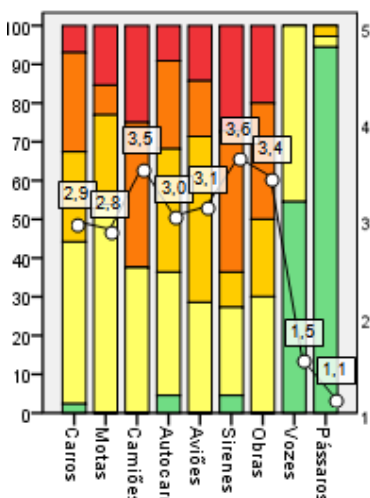
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras na Praça de Lisboa**



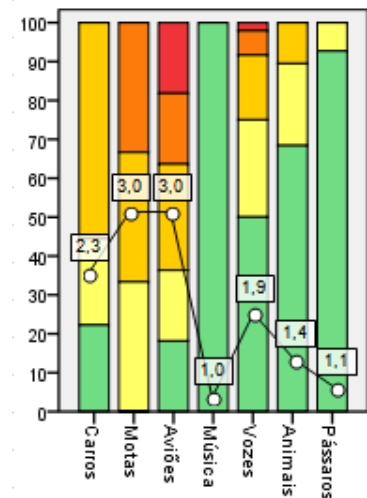
**Incomodidade causada pelas fontes sonoras nos Jardins da Foz**



**Incomodidade causada pelas fontes sonoras no Palácio de Cristal**



**Incomodidade causada pelas fontes sonoras no Parque da Cidade**



**Legenda:**

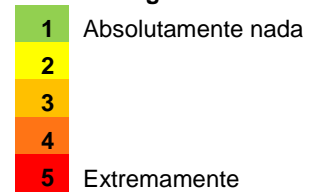


Figura 93 - Incomodidade causada pelas fontes sonoras identificadas em cada local de estudo.

Quando analisadas para a globalidade dos locais (Figura 83) as *sirenes* apresentaram-se como a fonte sonora mais incómoda, com um valor médio de 3,7. Analisando local a local (Figura 93), constata-se que este valor é relativamente constante para todos os espaços. No caso da segunda fonte mais incómoda na análise geral, as *obras*, (Figura 83) destacou-se o elevado valor médio obtido para a Praça de Lisboa (Figura 93). Este é um espaço público que, devido à sua configuração, é acusticamente singular, visto que se encontra destacado da restante envolvente urbana, podendo estar mais sujeito à exposição deste tipo de fontes de ruído não-contínuos. Salienta-se que, na proximidade, estão a decorrer obras de reabilitação no edifício da Reitoria da Universidade do Porto.

A *música*, que apresentou um valor médio de incomodidade de 2,1 para a globalidade dos locais (Figura 83), destacou-se como sendo especialmente incómoda na Rua das Flores (3,7) em comparação com os valores obtidos nos restantes locais em que foi seleccionada (2,1 na Praça da Liberdade, 1,9 no Cais da Ribeira, 1,8 na Praça de Lisboa e 1.0 no Parque da Cidade) (Figura 93). Tal pode ser explicado à luz das características físicas da Rua das Flores, uma via reta e estreita, em comparação com as restantes, confinada por edifícios, cujas paredes podem contribuir para a reflexão dos sons emitidos através dos amplificadores utilizados pelos artistas de rua e acima de tudo, pelo facto de alguns desses artistas poderem atuar em alturas do dia que os inquiridos consideram desadequadas.

Relativamente ao som das *vozes*, este apresentou-se como mais incomodativo em locais turísticos (Praça da Liberdade, Rua das Flores e Cais da Ribeira) por comparação com os outros locais deste estudo (Figura 93), provavelmente decorrente da densidade populacional nos locais de atração turística.

No que diz respeito aos sons naturais, destacou-se o valor médio de incomodidade registado na Rua das Flores para o som dos *pássaros* (2,9) em comparação com os valores obtidos para os restantes locais nos quais foi seleccionado (1,3 na Praça da Liberdade, 1,2 no Cais da Ribeira e na Praça de Lisboa, 1,0 nos Jardins da Foz e 1,1 no Palácio de Cristal e no Parque da Cidade). Tal deveu-se ao facto da fonte em causa na Rua das Flores ser referente ao som das gaivotas, que invadem o espaço ao amanhecer e ao fim da tarde, com sons que os inquiridos consideram muito desagradáveis, e não ao chilrear dos passarinhos presente nos outros locais.

Ainda da observação da Figura 93, verificou-se que as fontes sonoras de origem rodoviária encontram-se dentro do conjunto de fontes com incomodidade mais significativa, apresentando valores acima do terceiro nível, numa escala de cinco pontos. Contudo, para locais em que estas fontes não estão no campo de visão do inquirido, nomeadamente na Rua das Flores, Cais da Ribeira, Palácio de Cristal e Parque da Cidade, a incomodidade manifestada é mais baixa. Nalguns destes locais, a incomodidade reportada é superior a 3 para fontes de ruído rodoviário apenas nas situações em que os veículos podem frequentar o espaço. São exemplos, os camiões na Rua das Flores e no Palácio de Cristal, necessários aos trabalhos de construção a decorrer nestes locais, e as motas no Cais da Ribeira.

Para os restantes locais, em que os veículos se encontraram visíveis, chegando a circundar o espaço (Praça da Liberdade, Rotunda da Boavista, Praça de Lisboa e Jardins da Foz), o valor médio de incomodidade manifestada foi, de facto, superior ao terceiro nível da escala verbal. A única exceção é a incomodidade provocada pelos carros nos Jardins da Foz (igual a 2,8). Tal deve-se, possivelmente ao facto de a recolha de dados ter sido realizada, em grande parte, durante o fim-de-semana, que é, por excelência, uma altura em que há mais influência de motas, tendo-se esta fonte sobreposto às restantes (incomodidade igual a 3,5) (Figura 93).

Observou-se, ainda, que os níveis médios de incomodidade mais elevados para o ruído de tráfego foram as *motas* no Cais da Ribeira, que passavam mesmo no meio da zona de preenchimento de inquéritos, destinada aos peões, e os *autocarros* na Rotunda da Boavista, sendo que a recolha de dados neste local foi realizada perto de uma paragem (Figura 93).

As informações constatadas sobre o tráfego rodoviário evidenciaram o efeito da visibilidade da fonte na percepção da incomodidade da mesma, como reportado em estudos anteriores [143].

#### 6.3.4. SATISFAÇÃO ACÚSTICA E SATISFAÇÃO RELATIVA ÀS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

Até ao presente subcapítulo, foi evidenciada a interferência de uma série de agentes na percepção do ambiente sonoro como os fatores sociodemográficos, os fatores comportamentais, o nível sonoro, a contribuição das fontes sonoras, entre outros. A revisão da bibliografia sugere que as pessoas têm uma sensibilidade geral à envolvente na percepção do ruído [57], sendo que as características locais se apresentam como mais um fator a ter em conta no estudo da complexidade da experiência acústica. Tendo em vista essa análise, para a presente investigação, foi estudada a satisfação acústica e a sua possível relação com a satisfação relativa a outras características dos locais de estudo.

O nível médio de satisfação devido aos sons de cada local de estudo foi avaliado através de uma escala de cinco pontos em forma de estrela e encontra-se representado, para cada local, na Figura 94.

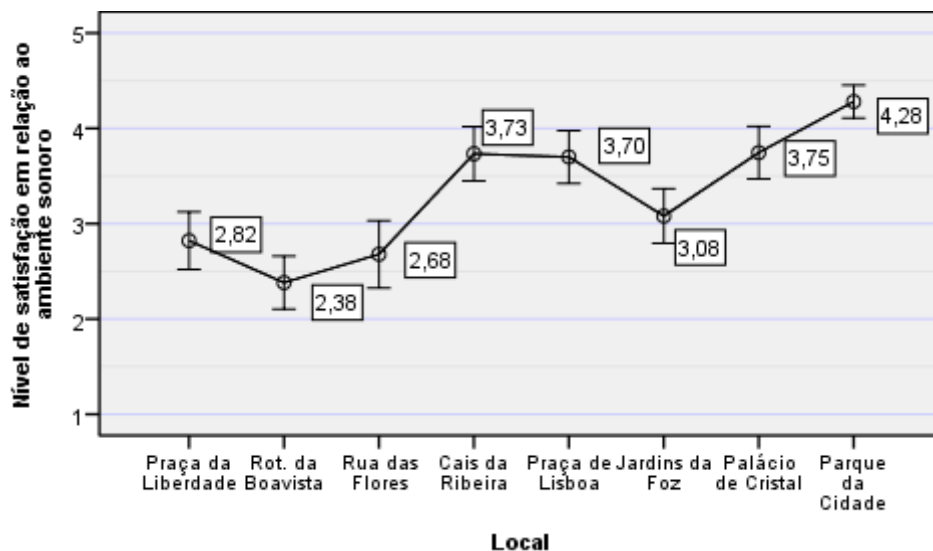


Figura 94 - Nível de satisfação em relação ao ambiente sonoro de cada local de estudo.

Através da Figura 94 observa-se que o Parque da Cidade foi o local mais apreciado em relação ao ambiente sonoro, em contraste com a Rotunda da Boavista, que apresentou o menor nível de satisfação em relação ao ambiente sonoro.

A Figura 95 evidencia a correlação entre o nível de satisfação em relação ao ambiente sonoro e o nível de satisfação em relação às restantes características do local para a totalidade da amostra, nomeadamente, *Aspeto visual*, *Limpeza*, *Segurança*, *Acessibilidades*, *Espaços verdes* e *Qualidade do ar*. Estes itens foram avaliados segundo a mesma escala de cinco pontos em forma de estrela utilizado para a satisfação com o ambiente sonoro. A correlação entre estas variáveis apresenta-se sob a forma de coeficiente de correlação  $\tau_B$  de *Kendall*. Para os itens assinalados com \*\* a correlação é significativa para  $\alpha \leq 0,01$ .



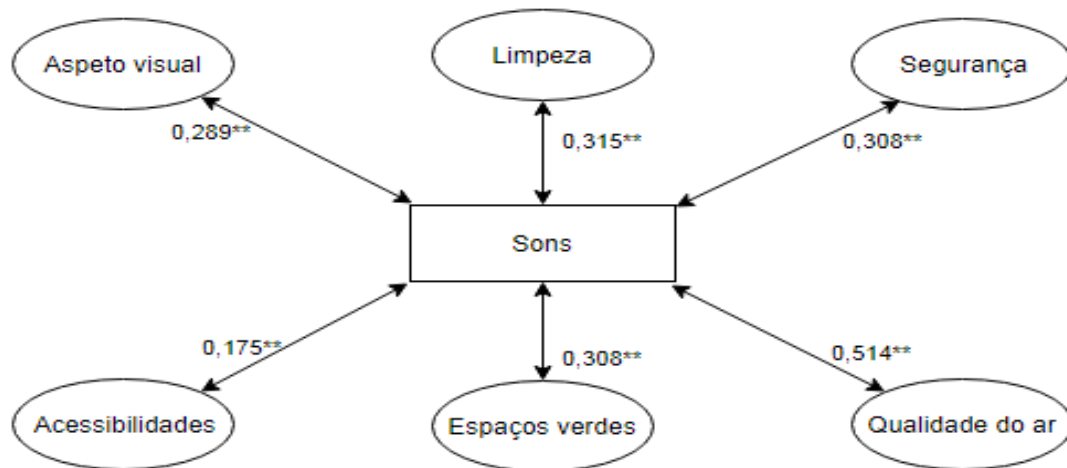


Figura 95 - Coeficiente de correlação  $\tau_B$  de Kendall entre a satisfação relativa aos sons locais e a satisfação relativa às outras características. (\*\*) Correlação significativa para  $p \leq 0,01$ .

Por forma a testar, a associação entre as variáveis, calculou-se, para o nível de significação de 0,01, o ponto crítico, T, tendo-se obtido um valor de 0,067. Tendo em conta que há associação quando esse valor é menor do que o coeficiente de correlação obtido, constata-se que a correlação entre a satisfação relativa às variadas características do local e a satisfação acústica é significativa, sendo que a *qualidade do ar* apresentou-se como a característica mais preponderante com um coeficiente de 0,514\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ).

As *acessibilidades* apresentaram-se como a característica menos relevante, com um coeficiente de 0,175\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ). Os coeficientes de correlação das restantes características encontram-se bastante acima do ponto crítico indicando que, na generalidade das áreas, além da *qualidade do ar*, o *aspeto visual*, a *limpeza*, a *segurança* e os *espaços verdes* influenciaram significativamente a satisfação acústica dos indivíduos.

A existência de correlações positivas indica que, a uma maior satisfação relativamente aos sons, está associada uma maior satisfação em relação às restantes características [6], o que significa que os inquiridos satisfeitos com o ambiente sonoro estão, por norma, também satisfeitos com os espaços verdes por exemplo.

## 6.4. ANÁLISE POR CLASSES DE INQUIRIDOS

### 6.4.1. INTRODUÇÃO

Conforme explicado em pontos anteriores desta dissertação, a população inquirida no âmbito deste estudo foi repartida segundo quatro grandes classes de relação com a cidade do Porto. Aliás, essa própria repartição motivou a criação de algumas perguntas distintas consoante a sua relação com a cidade.

As categorias que se consideraram mais relevantes foram quatro e incluíam:

- Residentes;
- Trabalhadores (que podiam ou não ser residentes no Porto);
- Visitantes (turistas ou em lazer);
- Visitantes (por motivos não relacionados com os anteriores).

Atendendo a esta repartição considerou-se pertinente perceber se o tipo de relação com a cidade que os inquiridos tinham modificada a sua percepção ao ruído na cidade e influenciavam a sua sensação e incomodidade sonora.

É esta a análise que se pretende desenvolver nos pontos seguintes.

#### 6.4.2. VISITANTES VS NÃO VISITANTES

Como já mencionado, na presente investigação, analisou-se a percepção de ruído urbano na cidade do Porto sob a perspetiva dos visitantes e dos cidadãos do Porto, com o objetivo de perceber de que maneira é que a relação com a cidade influencia a avaliação do ambiente sonoro. Foram inquiridos 252 visitantes, que correspondiam a 57% da amostra total, e 188 residentes e/ou trabalhadores na cidade, representando os restantes 43% do total de participantes.

Os inquiridos foram questionados sobre que características é que mais lhes agradavam no Porto, podendo selecionar até três respostas dentro das seguintes opções: *Aspetto visual*; *Limpeza*; *Segurança*; *Sons*; *Acessibilidades*; *Espaços/Eventos culturais*; *Espaços verdes*; *Qualidade do ar*; *Simpatia das pessoas* e *Património histórico*. Na Figura 96 encontram-se os resultados obtidos segundo a opinião dos visitantes e não visitantes da cidade.

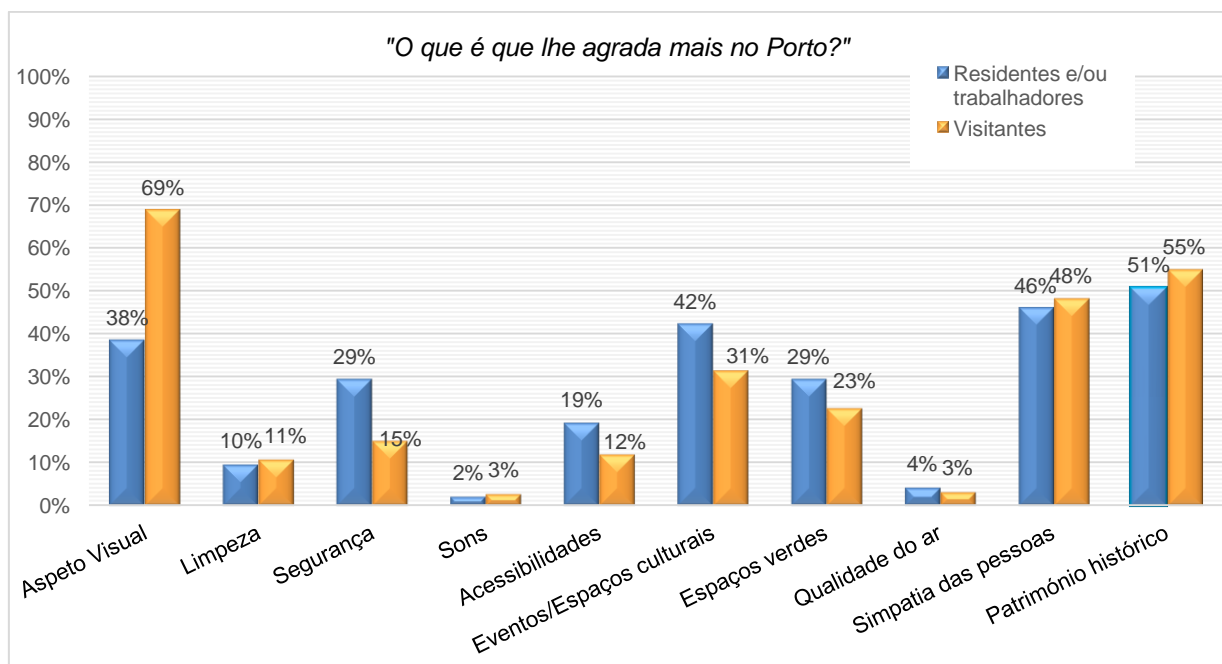


Figura 96 - Características da cidade do Porto mais apreciadas pelos residentes e/ou trabalhadores e os visitantes da cidade.

O *aspetto visual* da cidade do Porto foi a característica mais apreciada pelos visitantes da cidade (69%) seguindo-se o *património histórico* com 55% das preferências. Tanto esta última característica como a *simpatia das pessoas* se apresentaram como características consensualmente apreciadas pelos dois grupos, com uma taxa de seleção de respostas a rondar a metade da amostra.

Os sons e a *qualidade do ar* foram as opções de resposta menos selecionadas, tanto para os visitantes como para os não-visitantes da cidade. Tal pode dever-se ao facto de não ser uma característica valorizada quando comparada genericamente com as restantes visto que à questão “*O que acha que é mais importante numa cidade?*” apenas 2% dos residentes e/ou trabalhadores e 4% dos visitantes selecionaram os sons e cerca de 13% e 15%, respetivamente selecionaram *qualidade do ar*.

Para os visitantes, distinguiu-se o motivo dessa visita considerando-se os visitantes por turismo/lazer, correspondendo a 93% dos visitantes (N=234), e os visitantes por outras atividades (como trabalho, aulas, consulta) (N=18).

Na Figura 97 consta a avaliação subjetiva do ruído da cidade do Porto segundo a perceção dos residentes e/ou trabalhadores, os visitantes em função do motivo da visita, bem como a avaliação atribuída pelo total dos inquiridos, ou seja, da amostra total. É possível constatar que, no geral, os inquiridos avaliam o ruído da cidade do Porto num nível médio, nomeadamente 3, de 1 (*absolutamente nada*) a 5 (*extremamente*), sendo que maioria dos indivíduos (44%) selecionaram este nível.

Verifica-se que os inquiridos que residem e /ou trabalham na cidade são os que consideram em maior percentagem o Porto como uma cidade *extremamente* ruidosa. Contudo, e atendendo à média de avaliação do ruído da cidade do Porto, foram os que estavam de visita à cidade por atividades não-recreativas, como trabalho, aulas e consulta, que demonstraram maior insatisfação (3,3). Os resultados indicaram que a perceção de ruído da cidade difere não apenas entre os que residem e/ou trabalham e os visitantes em geral, mas também entre os que a visitam, estando altamente dependente do motivo da visita.

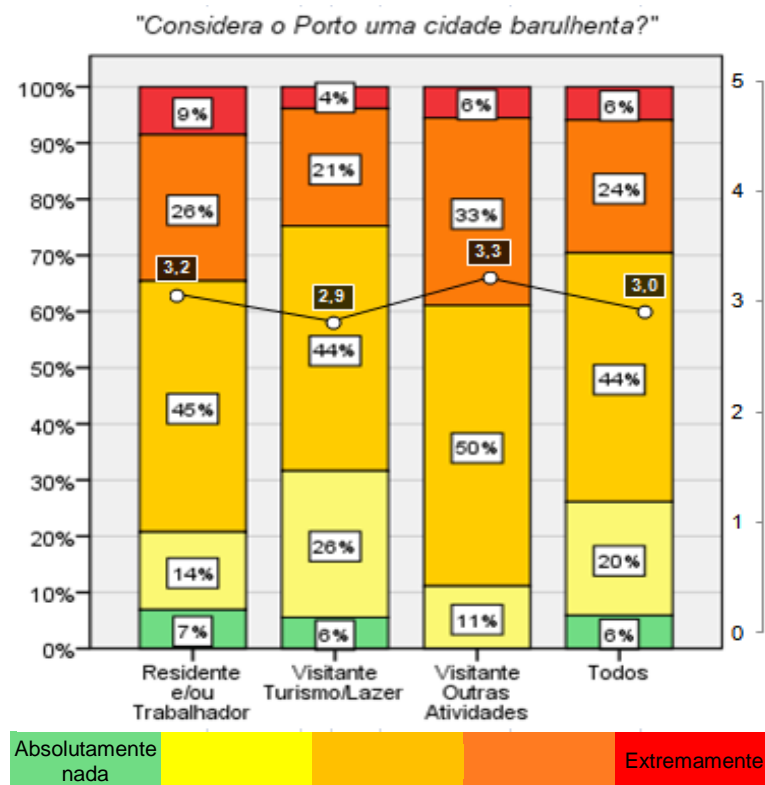


Figura 97 - Avaliação subjetiva do ruído na cidade do Porto segundo residentes e/ou trabalhadores, visitantes por turismo/lazer, visitantes por outras atividades e todos os inquiridos.

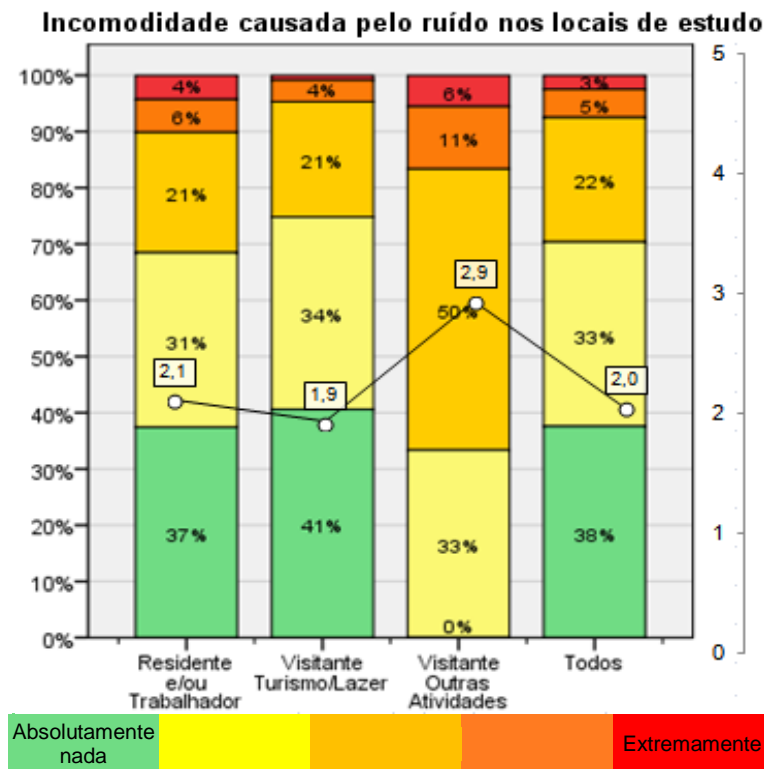


Figura 98 - Incomodidade reportada pelos residentes e/ou trabalhadores, visitantes por turismo/lazer, visitantes por outras atividades e todos os inquiridos, devido ao ruído dos locais de estudo.

Na Figura 98 encontra-se representada a incomodidade reportada pelos residentes e/ou trabalhadores, visitantes por turismo/lazer, visitantes por outras atividades bem como segundo a amostra total, devido ao ruído existente nos locais de estudo.

Mais uma vez, destacaram-se os visitantes da cidade do Porto por atividades não-recreativas que manifestaram uma incomodidade média global de 2,9, numa escala de 1 (*absolutamente nada*) a 5 (*extremamente*). Note-se que nenhum dos participantes deste grupo selecionou o nível mínimo de incomodidade (*absolutamente nada*), ao invés dos residentes e/ou trabalhadores e dos turistas cuja maior percentagem de respostas correspondeu a este nível (37% e 41% respetivamente).

Na Figura 99 encontra-se o nível de incomodidade média manifestada por residentes e/ou trabalhadores e por visitantes, em função de cada fonte sonora identificada no presente estudo.

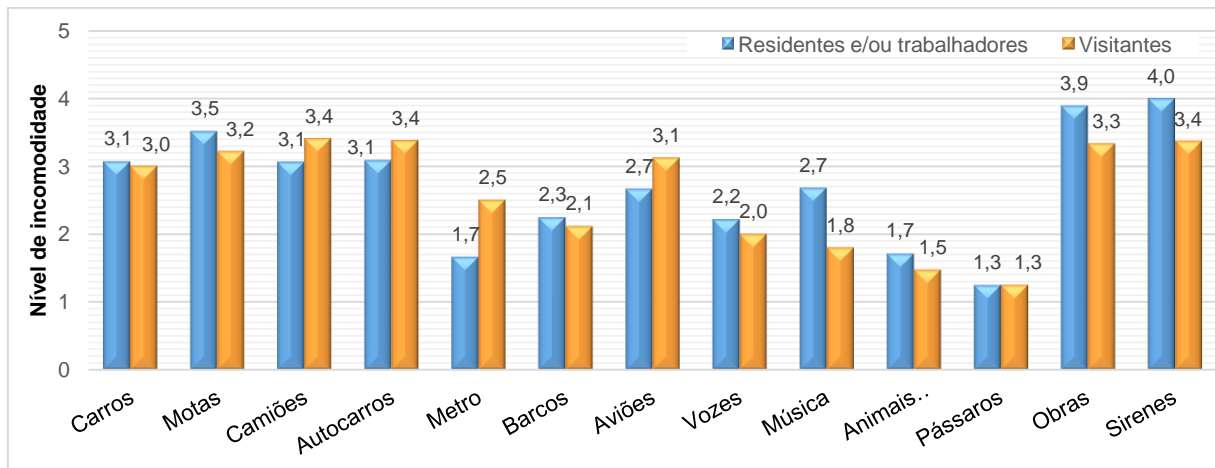


Figura 99 – Incomodidade média manifestada por residentes e/ou trabalhadores e para visitantes, consoante o tipo de fonte sonora.

Os *camiónes*, os *autocarros* e as *sirenes* apresentaram-se como as fontes mais incómodas para os visitantes do Porto (com uma média de 3,4, numa escala de 1 a 5) enquanto que as *sirenes* e as *obras* foram as fontes mais incómodas para os não-visitantes (com uma média de 4,0 e 3,9, respetivamente, numa escala de 1 a 5).

Apesar de na Figura 98 se ter demonstrado um nível de incomodidade médio global devido ao ruído local em geral por parte dos residentes e/ou trabalhadores de 2,0, quando questionados sobre a fonte sonora que origina esse incómodo específico, o nível de incomodidade reportado chega a atingir valores médios de 4,0, sendo que para metade das fontes sonoras referidas o nível médio de incomodidade dos residentes/trabalhadores se situa acima de 3.

A *música* é a fonte sonora com valores de incomodidade mais discrepantes positivamente ( $\Delta=0,9$ ) entre os visitantes e não-visitantes, 2,7 e 1,8, respetivamente, provavelmente pelo facto de os visitantes serem os principais fruidores deste estímulo sonoro característico do contexto recreativo. Por outro lado, o *metro* apresentou-se como a fonte sonora com maior discrepância negativa entre os dois grupos ( $\Delta= - 0,8$ ), sendo que a incomodidade sentida pelos residentes e/ou trabalhadores é significativamente menor quando comparada com a incomodidade sentida pelos visitantes (1,7 vs 2,5), apresentando-se como uma das fontes menos perturbadoras para os não-visitantes. Tal deve-se provavelmente ao facto deste ser um dos principais meios de transporte público da cidade do Porto, essencial na dinâmica da cidade e na vida de quem frequenta este centro urbano diariamente. Estes dados realçam a importância da compreensão da fonte sonora na incomodidade provocada pela mesma.

Os *pássaros* foram a fonte considerada como menos incómoda entre os dois grupos, apresentando uma média de incomodidade de 1,3.

Além de analisadas as respostas em função do inquirido ser visitante ou não da cidade do Porto, teve-se em conta que tipo de relação em específico é que os não visitantes têm com a cidade, considerando-se os residentes e os trabalhadores deste território. Analisou-se, portanto, a avaliação do ambiente sonoro relativamente ao contexto residencial e laboral portuense.

#### 6.4.3. RESIDENTES

Da amostra global com 440 participantes, 131 eram habitantes da cidade do Porto, o que correspondeu a 30% da amostra total. A localização das respetivas residências era bastante diversificada conforme se pode observar na Figura 100. Para a presente investigação (e segundo esta temática), considerou-se o território repartido segundo as quatro grandes zonas: centro histórico, centro tradicional, zona ocidental e zona oriental, descritas no ponto 5.1. O centro tradicional e a zona oriental apresentaram-se como as zonas com mais representatividade na amostra (37% e 40%, respetivamente).

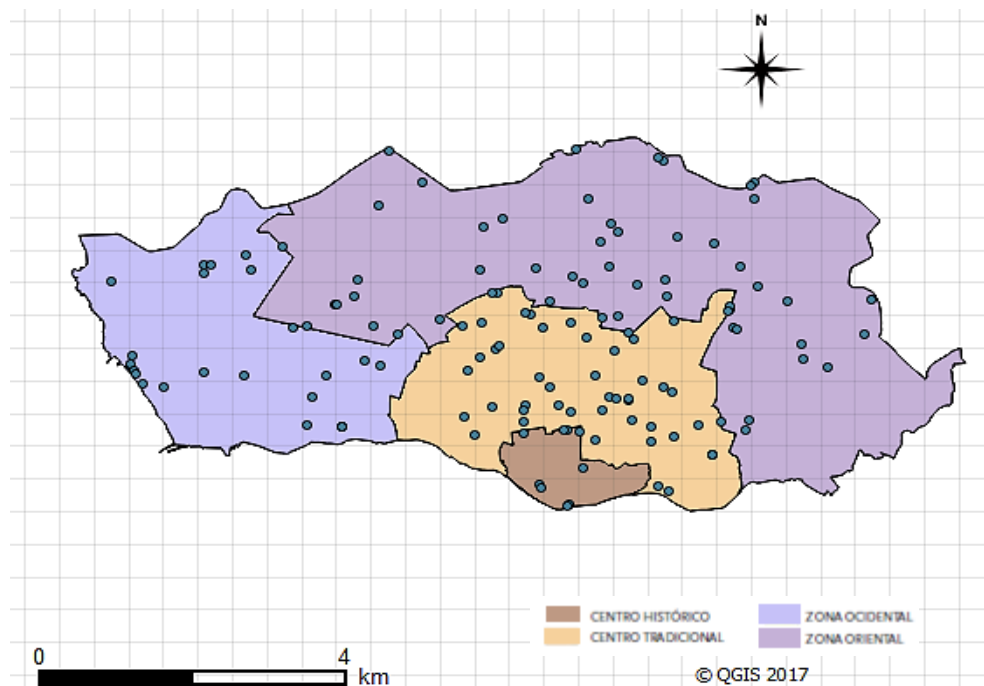


Figura 100 - Distribuição das habitações dos inquiridos residentes na cidade do Porto [via QGIS]

Cerca de metade dos entrevistados reside na sua habitação atual há menos de 4 anos, sendo que 30% do total de residentes considerou que o ruído aumentou *extremamente* no Porto desde essa altura.

Na Figura 101 encontra-se representada a incomodidade manifestada pelos inquiridos dentro das suas residências, para cada zona considerada no presente estudo.

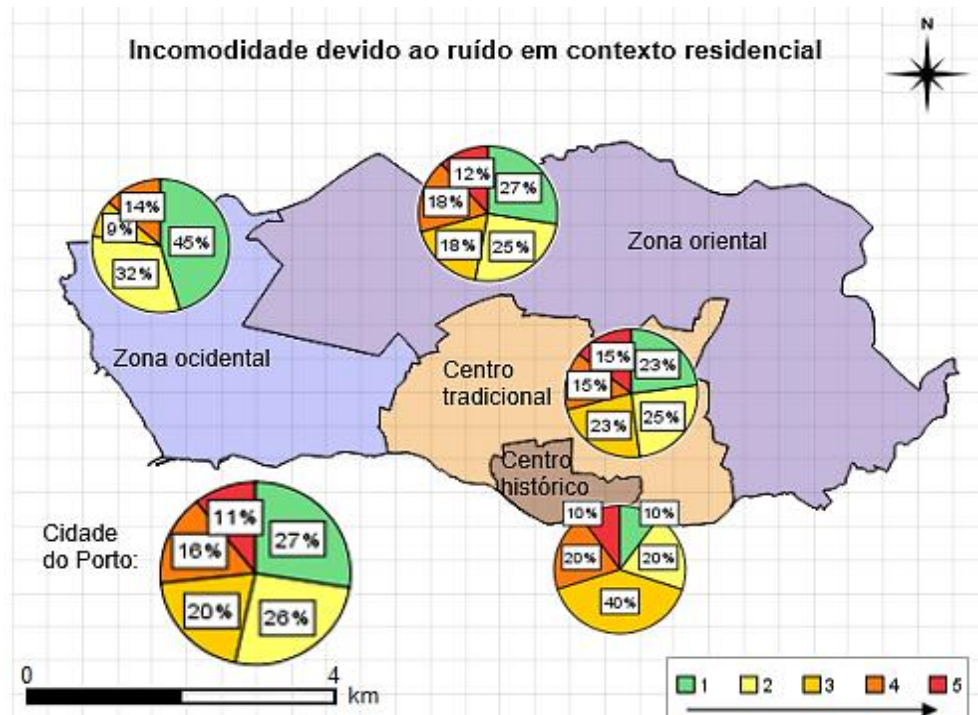


Figura 101 - Mapa da incomodidade manifestada, pelos inquiridos residentes no Porto, devido ao ruído em contexto residencial, segundo a repartição territorial assumida para o Porto.

O centro histórico e o centro tradicional apresentaram-se como as áreas onde os residentes manifestaram maior incómodo com uma média de 3,0 e 2,7, respetivamente, numa escala de 1 a 5. Os inquiridos destas zonas foram os que apresentaram a média de satisfação mais baixa em relação à área onde residem. Tal poderá ser explicado com ao aumento do turismo e das atividades relacionadas com o mesmo, uma vez que estas zonas se apresentam como as mais apreciadas para o efeito. De facto, os residentes nestas áreas manifestaram-se como sendo os inquiridos que mais consideraram que o ruído aumentou “*extremamente*” no Porto, representando cerca de 70% das respostas.

Obteve-se um coeficiente de correlação de *Spearman* de  $-0,478^{**}$  ( $p < 0,01$ ) entre a satisfação com a zona de residência e a incomodidade devido ao ruído dentro da habitação, o que significa que existe uma relação significativa, manifestada de forma inversa, entre as duas variáveis, ou seja, os residentes que, no âmbito geral, não estão satisfeitos com a sua zona de residência, são os que sentem mais incomodidade devido ao ruído que afeta as suas habitações. Estes resultados permitem verificar a importância do ambiente sonoro na satisfação em relação à habitação.

Além disso, é evidente a maneira como o desenvolvimento das atividades económicas podem afetar o ambiente sonoro da cidade e o bem-estar dos cidadãos. Efetivamente, durante o preenchimento dos inquéritos, na generalidade dos casos, foi patente, por parte dos inquiridos que residem no Porto, a preocupação em relação às consequências do aumento do turismo na sua qualidade de vida. Inclusive foram várias as pessoas que se queixaram que tiveram de mudar de casa devido ao ruído, sendo que todas habitavam na zona do centro histórico.

As fontes sonoras que mais incomodam os residentes encontram-se representadas na Figura 102, sendo que os inquiridos podiam escolher até três opções. À semelhança de outros estudos [68] [70], o tráfego rodoviário (que inclui carros, motas, autocarros e camiões) apresenta-se como o maior



responsável pelo incómodo provocado em contexto residencial, abrangendo 43% das respostas. Estas são fontes típicas dos centros urbanos como a cidade do Porto.

Apenas 8% dos inquiridos alguma vez apresentou queixa sobre ruído, sendo que a fonte que mais queixas motivou está associada ao ruído proveniente dos vizinhos.

**Fontes sonoras que mais incomodam os inquiridos em contexto residencial**

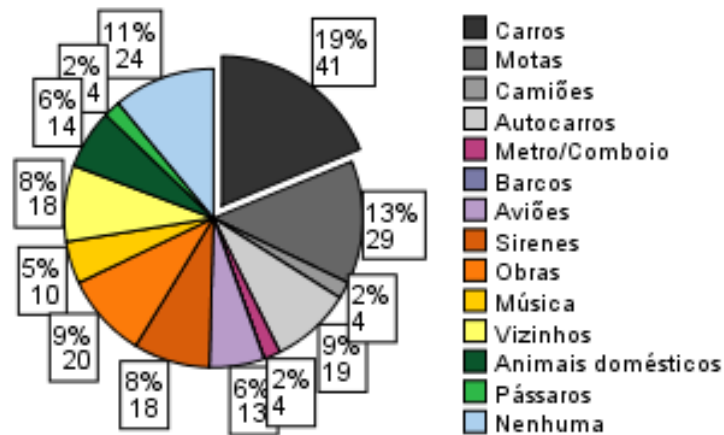


Figura 102 - Fontes sonoras do exterior identificadas pelos inquiridos como sendo as que mais incomodam em contexto residencial.

#### 6.4.4. TRABALHADORES

Foram inquiridos um total de 109 trabalhadores da cidade do Porto que, num universo de 440 respostas, representavam cerca de 25% da amostra geral. Relativamente ao tipo de local de trabalho, 85% dos trabalhadores laborava num espaço interior e 15% um espaço ao ar-livre/exterior.

Os trabalhadores foram questionados, numa escala de 1, *absolutamente nada*, a 5, *extremamente*, sobre o ruído do local de trabalho. Tiveram de responder a perguntas sobre o que lhes desagradava, sobre a afetação do seu desempenho e em que medida é que o nível de ruído ambiente no seu local de trabalho dificultava a comunicação com as outras pessoas.

Os resultados, resumidos na Figura 103, demonstraram que cerca de 16% dos trabalhadores se sentem *extremamente* desagradados pelo ruído do local de trabalho.

Constatou-se também que o ruído laboral apresentou como principal efeito a afetação na comunicação com as outras pessoas, prejudicando *extremamente* 11% dos trabalhadores inquiridos. Além disso, 7% dos indivíduos questionados sobre o seu contexto laboral reportaram o nível máximo de incomodidade no seu desempenho devido ao ruído.

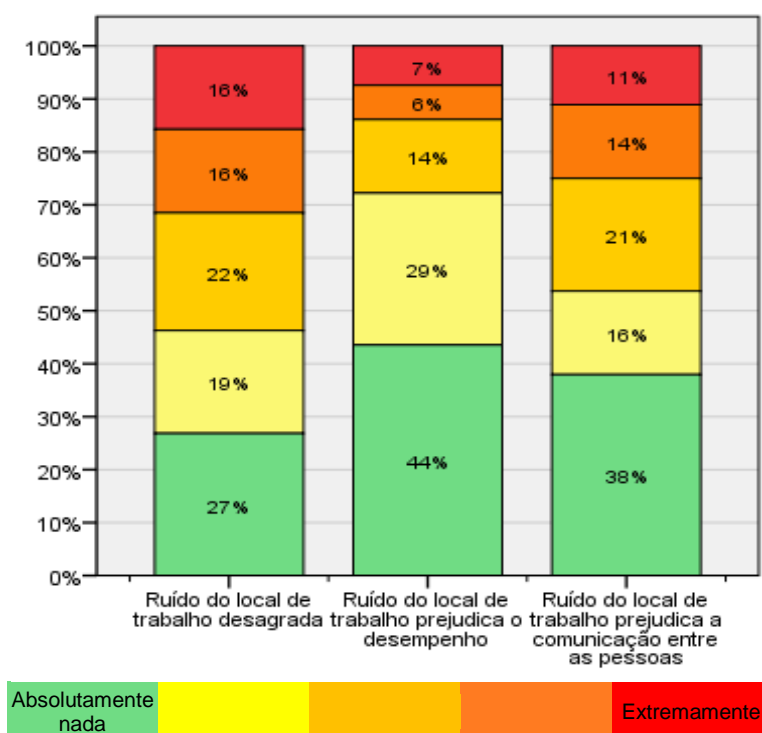


Figura 103 - Respostas dos trabalhadores na cidade do Porto sobre se o ruído do local de trabalho incomoda, se prejudica o desempenho e se prejudica a comunicação com as outras pessoas.

Relativamente à localização geográfica do local de trabalho, 46 indivíduos, cerca de 42% dos trabalhadores abordados, laborava no local onde estava a ser realizado o estudo. No Quadro 13 consta a comparação entre a percepção do ambiente sonoro local dos indivíduos que trabalhavam nos pontos em análise e a percepção manifestada pelos restantes inquiridos. Todas as respostas foram avaliadas numa escala de 1 a 5, em que 1 é *absolutamente nada* e 5 é *extremamente*.

Quadro 13 – Comparação entre a percepção do ambiente sonoro manifestada pelos trabalhadores que responderam ao inquérito nos locais de estudo e os restantes inquiridos da amostra total

Tipo de inquirido	Satisfação acústica	Avaliação subjetiva da intensidade sonora	Incomodidade devido ao ruído
Trabalhador no local de estudo	2,54	3,30	2,54
Total da amostra excluindo os trabalhadores no local de estudo	3,40	2,81	1,97

Através da leitura do Quadro 13 é possível constatar que os inquiridos que trabalhavam nos locais onde estava a ser preenchido inquérito, em geral, estavam menos satisfeitos com o ambiente sonoro dessa zona do que indivíduos que aí não trabalhavam (2,54 vs 3,40). Além disso, os trabalhadores locais ao avaliarem a intensidade sonora do ruído local consideraram-na mais elevada do que os restantes inquiridos (3,30 vs 2,81) e além de a terem reportado como mais incomodativa (2,54 vs 1,97).

## 6.5. EFEITOS DO RUÍDO

Tendo em conta o amplo impacto da poluição sonora na saúde das populações, descrito no ponto 2.3.3, consideraram-se, na presente investigação, além da perceção humana do ambiente sonoro, os efeitos do ruído no bem-estar dos indivíduos.

Os inquiridos foram questionados sobre se consideram que o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida das pessoas, numa escala de 1 a 5, em que 1 é *absolutamente nada* e 5 é *extremamente*. 63% da amostra, o que corresponde a 279 inquiridos, selecionou os níveis 4 e 5, sendo que 116 participantes consideraram que o ruído afeta *extremamente* a saúde.

Os participantes responderam também a uma questão sobre o que é que o ruído lhes causa, podendo selecionar um número ilimitado de respostas dentro das seguintes opções: “*Irritabilidade*”, “*Dificuldade em se concentrar*”, “*Problemas em dormir ou descansar*”, “*Dores de cabeça*”, “*Zumbido/Incómodo nos ouvidos*”, “*Mal-estar geral*”, “*Stress ou ansiedade*”, “*Nada*” e “*Outro*”. Nenhum dos inquiridos escolheu a opção “*Outro*” suportando a adequabilidade das opções apresentadas. Os resultados encontram-se na Figura 104.

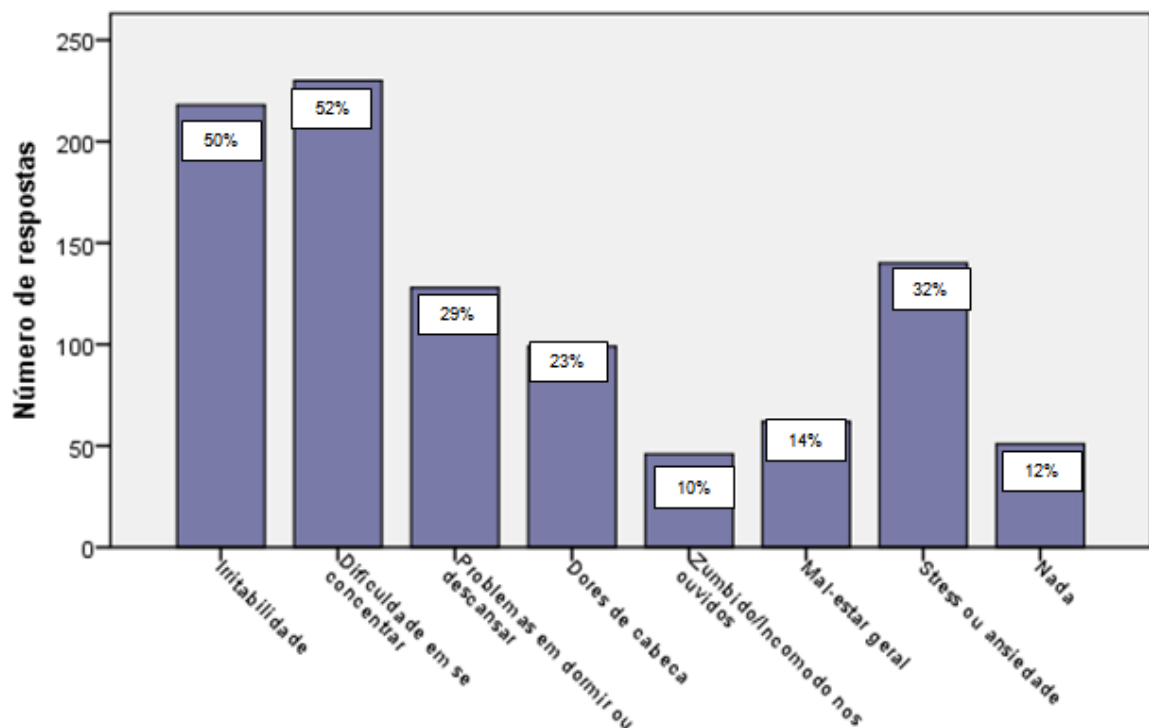


Figura 104 - Efeitos do ruído sentidos pelos inquiridos.

Os efeitos mais reportados foram a *dificuldade em se concentrar* e a *irritabilidade*, selecionados por 52% e 50% dos inquiridos. Por seu turno, o efeito menos selecionado foi o *zumbido/incómodo nos ouvidos*, reportado por cerca de 10% da amostra. 51 participantes no estudo afirmaram que o ruído não lhes causa *nada*, representando este número 12% da amostra.

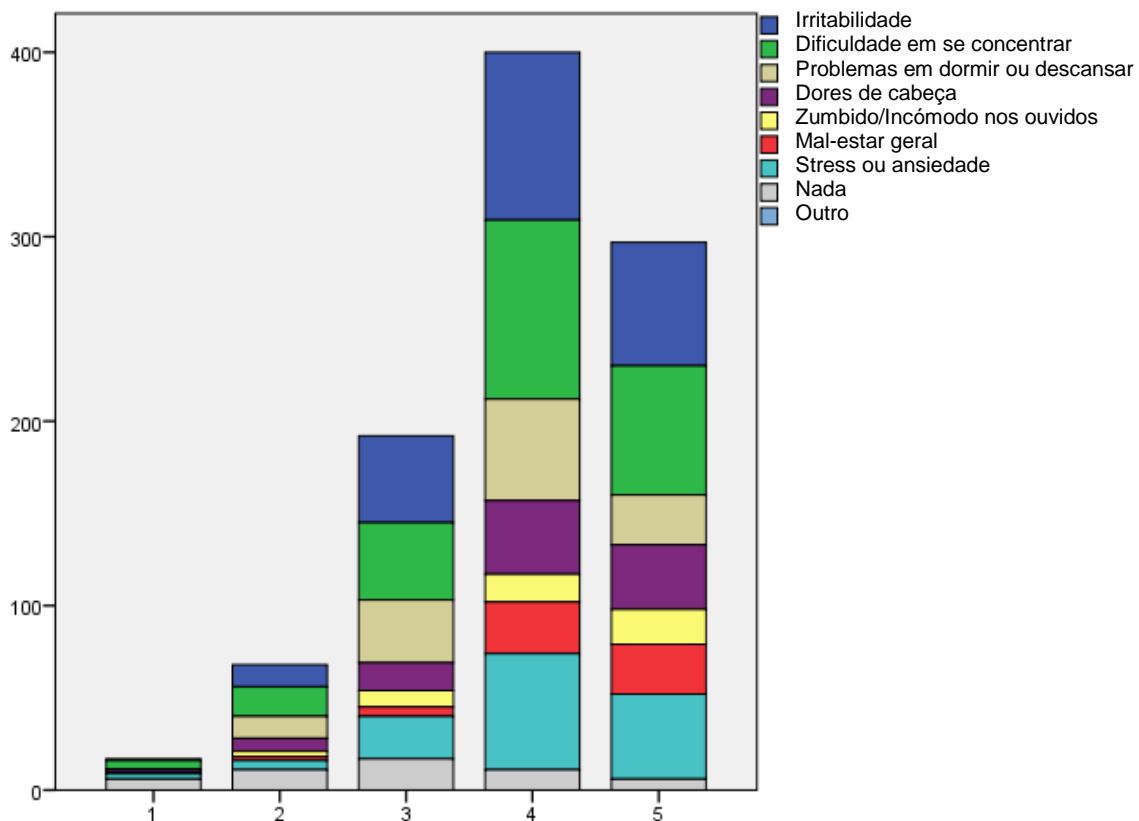


Figura 105 – Relação entre os resultados manifestados pelos inquiridos à questão “*Considera que o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida das pessoas?*” e as respostas que os mesmos reportaram sobre os malefícios que consideram advir do excesso de ruído.

Da análise da Figura 105 e conforme já mencionado, constata-se que as classes que correspondem a uma percepção de malefício superior (classes 4 e 5) constituem a maioria das respostas dos inquiridos. Atendendo ao cruzamento da informação reportada nas duas questões associadas aos efeitos do ruído, verifica-se que a *irritabilidade*, o *stress ou ansiedade* e a *dificuldade de concentração* são os efeitos mais notórios do excesso de ruído, aos quais se pode ainda adicionar a *dificuldade em conciliar o sono* (*problemas em dormir ou descansar*). Estes quatro grupos de efeitos de ruído foram os que assumiram maior preponderância nas respostas dos inquiridos, de forma quase independente, do nível de afetação na saúde, ou na qualidade de vida, que manifestaram.

Na presente investigação abordou-se também a temática das estratégias contra o ruído e de que forma é que a forma como os indivíduos lidam com o ruído pode contribuir para a sensação de incomodidade causada pelo mesmo.

Em resposta à questão “*Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?*” os inquiridos podiam escolher uma das seguintes opções: *Ignora/Tenta não prestar atenção*”, “*Procura sons agradáveis*”, “*Aborda quem causa o ruído*”, “*Muda de ambiente*”, “*Apresenta queixa*” e “*Outro*”, cujos resultados se encontram na Figura 106.

"Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?"

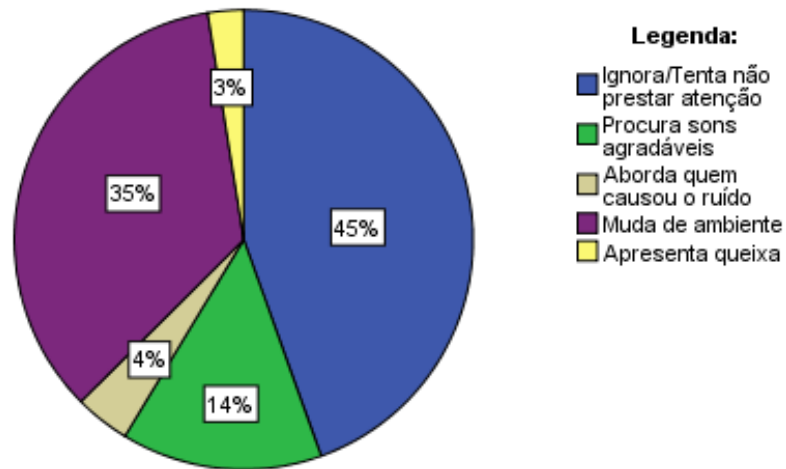


Figura 106 - Estratégias para lidar com o ruído pelos inquiridos.

De acordo com as respostas dos inquiridos, a estratégia mais adotada foi "*Ignora/Tenta não prestar atenção*", correspondendo a 45% das respostas, seguida de "*Muda de ambiente*" com 35%.

Estas respostas foram analisadas em função da incomodidade sonora, tendo-se constatado que quem *ignora/tenta não prestar atenção* tende a reportar menor incomodidade comparativamente com as pessoas que responderam *apresenta queixa* e *aborda quem causa o ruído*. Os resultados são coerentes com a literatura revista que aponta para o facto de que se se adotarem atitudes mais passivas perante o ruído, tal poderá contribuir para uma redução efetiva na incomodidade reportada [54].



# 7

## CONCLUSÕES

### 7.1. CONCLUSÕES

A presente investigação permitiu o desenvolvimento do estudo da percepção do ruído urbano na cidade do Porto, analisando a experiência acústica à luz da relação entre a sua componente objetiva, através de medições de ruído, e a sua componente subjetiva, através do preenchimento de inquéritos socioacústicos.

A aplicação do inquérito socioacústico envolveu a sua conceção e a realização de um pré-teste por forma a avaliar a sua viabilidade e adequação aos objetivos do estudo. O ensaio do teste-piloto, desenvolvido primeiramente em contexto académico (FEUP) e numa segunda fase em contexto urbano (Rua das Flores), confirmou a necessidade de ajustes e, posteriormente, a sua aplicabilidade.

O trabalho de campo desenvolvido no decorrer do inquérito socioacústico, permitir perceber como é que o ruído se manifesta nos locais selecionados, ou seja, em oito locais que se consideraram característicos da cidade e de que maneira é que esse ambiente sonoro é percebido pelos utilizadores de cada espaço.

A avaliação da incomodidade sonora, em cada um dos locais, foi desenvolvida através da aplicação de uma escala verbal de cinco pontos (*absolutamente nada, ligeiramente, moderadamente, muito e extremamente*). Seguindo a Norma Nacional NP 4476/2008 - *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos*, a validação da escala verbal envolveu a utilização de uma escala numérica de 11 pontos, procurando-se para tal identificar a correlação entre as duas escalas. Da análise das respostas aos questionários foi possível concluir uma correlação entre as duas escalas, através da obtenção do coeficiente de correlação de *Spearman* de 0,812 \*\* ( $p < 0,001$ ), o que indicia uma boa representatividade da escala verbal.

O cruzamento dos dados das medições do nível de pressão sonora contínua equivalente,  $L_{Aeq}$ , com as respostas dos inquéritos socioacústicos relativas à incomodidade sonora no local, demonstrou, para ambas as escalas, que a níveis sonoros mais elevados não estão necessariamente associados níveis de incomodidade mais severos, destacando a importância do contexto na percepção do ruído. Sendo assim, propôs-se o desenvolvimento de um modelo de incomodidade em função da exposição ao ruído considerando um coeficiente de “correção de contexto” ( $k_c$ ):  $Incomodidade = f(L_{Aeq}) + k_c$ .

Tendo em conta outros fatores não-acústicos na percepção do ruído, confirmou-se a relação entre a incomodidade sonora e o grupo etário, a sensibilidade ao ruído e o motivo para estar no local. Verificou-se que a incomodidade sonora sentida é inferior para os grupos etários-extremos considerados neste estudo (18-24 e +65 anos). Observou-se, ainda, uma maior manifestação de incomodidade pelos inquiridos com o aumento do respetivo reporte da sensibilidade ao ruído. Concluiu-se que os inquiridos que estavam no local por motivos de turismo e de lazer reportaram menor incomodidade, em comparação com os que lá estavam por outras atividades (trabalho, aulas, consulta).



Apesar de se considerar neste estudo uma ampla diversidade de locais (incluindo espaços de caráter recreativo) com uma ampla gama de fontes sonoras, o ruído proveniente do tráfego rodoviário dominou as fontes selecionadas pelos inquiridos na cidade do Porto através dos *carros* (N=275) e dos *autocarros* (N=171), sendo que as *vozes* foram também muito significativas (N=191). A identificação das fontes sonoras permitiu concluir que o ambiente sonoro do Porto se caracteriza, essencialmente pelo seu perfil urbano, preenchido por sons não-naturais.

Quando se obtiveram níveis sonoros mais baixos (50-55 dB(A)) os inquiridos identificaram maioritariamente sons naturais e vozes, enquanto que, para níveis sonoros mais elevados, a maior parte das fontes identificadas corresponderam a sons resultantes de transporte rodoviário e de outra natureza. As fontes consideradas mais incomodativas na cidade do Porto foram as *sirenes* (3,7 de 1 a 5) e as *obras de construção* (3,6 de 1 a 5) enquanto que a menos incomodativa foi o *mar* (1 de 1 a 5).

As respostas dos participantes sobre a consideração do Porto como uma cidade ruidosa, diferenciaram-se consoante o local de preenchimento dos inquéritos, tendo seguido, para cada espaço, a mesma tendência das respostas sobre a forma como avaliam o ruído do local, em termos de intensidade percebida, de *baixo* a *muito alto*. Concluiu-se, portanto, que o contexto espacial influencia fortemente as respostas dos participantes, mesmo quando as questões não estão relacionadas com o ruído local.

Os locais menos ruidosos foram os espaços verdes analisados neste estudo, nomeadamente o Palácio de Cristal ( $L_{Aeq} = 57,6$  dB), Parque da Cidade ( $L_{Aeq} = 60,0$  dB) e a Praça de Lisboa ( $L_{Aeq} = 60,2$  dB). Por outro lado, a Rua das Flores apresentou-se como o local mais ruidoso ( $L_{Aeq} = 68,7$  dB), seguido da Praça da Liberdade ( $L_{Aeq} = 66,6$  dB) e da Rotunda da Boavista ( $L_{Aeq} = 65,8$  dB). Todos os locais de estudo ultrapassaram o limite recomendado para espaços exteriores pela Organização Mundial de Saúde (55 dB(A)).

Concluiu-se que o mesmo valor de exposição ao ruído pode causar diferentes níveis de incomodidade, como é o caso do Parque da Cidade e da Praça de Lisboa, com uma incomodidade média de 1,80 e de 1,26 respetivamente. Concluiu-se também que a níveis sonoros mais elevados, não correspondem, necessariamente, níveis de incomodidade mais severos, como é o caso da Rua das Flores e da Rotunda da Boavista (2,43 vs 2,72), sendo que este fenómeno se manifesta não só entre locais diferentes, mas também no mesmo local. A avaliação subjetiva da intensidade sonora apresentou-se em concordância com a incomodidade sonora na comparação entre os diferentes espaços: os locais mais incómodos foram considerados mais ruidosos e vice-versa.

Em termos de variação dos níveis de exposição ao ruído, a Praça da Liberdade foi o espaço que apresentou uma menor amplitude de variação ( $\Delta L_{Aeq} = 2,1$  dB), apresentando um tráfego fluído e contínuo, enquanto que o Parque da Cidade foi o local onde se constatou uma maior amplitude nas medições realizadas ( $\Delta L_{Aeq} = 14,8$  dB), fruto da variação da densidade de utilizadores do espaço. Os locais onde se registaram maior quantidade de valores distintos foram a Rua das Flores, Praça de Lisboa e Jardins da Foz.

A Praça da Liberdade e a Rotunda da Boavista apresentaram uma paisagem sonora dominada pelo ruído de origem rodoviária (68% e 82% respetivamente), seguido de fontes resultantes de atividade humana. A Rua das Flores apresentou sons essencialmente resultantes de atividade humana (*obras* 29%, *vozes* 19% e *música* 17%), assim como o Cais da Ribeira (*vozes* 22% e *música* 21%), que apresentou também sons provenientes de transporte não-rodoviário (*barcos* 17% e *metro* 11%). A paisagem sonora da Praça de Lisboa foi caracterizada por sons de origem rodoviária (*carros* 22% e *autocarros* 18%) e sons resultantes da atividade humana (*música* 16%, *vozes* 11%, *sirenes* 6% e *obras* 4%). Os Jardins da Foz foram essencialmente dominados por sons de origem rodoviária (75%) assim como o Palácio de Cristal (47%), onde a segunda fonte mais referida foram os *pássaros* (20%). No Parque da

Cidade dominaram os sons das *vozes* (34%), seguido dos sons naturais (*pássaros* 29% e *animais domésticos* 13%). Através da identificação das fontes sonoras concluiu-se que o ambiente sonoro dos locais de estudo está intimamente ligado com as funções e envolvente de cada espaço.

Em termos de incomodidade, a *música* apresentou-se como mais incómoda na Rua das Flores do que nos restantes sítios, fruto das características físicas do espaço que é circunscrito a um corredor estreito, evidenciando a importância das formas urbanas na propagação do som. As *vozes* foram mais incomodativas em locais turísticos do que nos restantes, devido à densidade populacional nos locais de atração turística. Os sons de origem rodoviária encontraram-se dentro dos mais dos mais incomodativos.

Verificou-se que a visibilidade da fonte é influente na perceção da incomodidade provocada pela mesma, sendo que, para locais onde uma determinada fonte foi visível, a incomodidade sentida foi mais elevada do que nos locais onde não era.

Em termos de satisfação acústica, constatou-se que o Parque da Cidade foi o local mais apreciado (4,28, de 1 a 5), ao contrário da Rotunda da Boavista que foi o local que causou menor satisfação (2,38, de 1 a 5). Verificou-se a existência de correlação entre a satisfação acústica e a satisfação em relação a outras características dos locais, tendo-se destacado a *qualidade do ar* com um coeficiente de correlação  $\tau_B$  de Kendall de 0,514\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) para a generalidade da amostra. Em contraste, as *acessibilidades* foram a característica com menos significado em matéria de satisfação acústica, com um coeficiente de 0,175\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ). As restantes características demonstraram também ser influentes na satisfação acústica dos indivíduos, tendo em conta o valor do ponto crítico de 0,067.

A perceção de ruído urbano na cidade do Porto foi também analisada segundo a relação com a cidade, permitindo explorar a avaliação do ambiente sonoro sob diferentes perspetivas, bem como o impacto do ruído em contexto residencial e laboral.

Tanto para os visitantes como para os não-visitantes da cidade do Porto, os *sons* e a *qualidade do ar* foram as características menos selecionadas em termos de características que mais agradam na cidade do Porto. Concluiu-se que tal pode dever-se ao facto destas características não serem tão valorizada quando comparadas genericamente com as restantes, visto que apenas 2% dos residentes e/ou trabalhadores e 4% dos visitantes selecionaram os *sons* e 13 e 15% a *qualidade do ar* como sendo o que mais valorizam numa cidade.

Verificou-se que, no geral, os inquiridos avaliaram o ruído da cidade do Porto num nível médio, nomeadamente 3, de 1 (*absolutamente nada*) a 5 (*extremamente*), e que os inquiridos que residem e /ou trabalham na cidade são os que consideram, em maior percentagem, o Porto como uma cidade *extremamente* ruidosa. Apesar disso, foram os participantes que estavam de visita à cidade por atividades não-recreativas, como trabalho, aulas e consulta, que demonstraram maior insatisfação (3,3). Concluiu-se que a perceção de ruído difere consoante a relação com a cidade (residentes e/ou trabalhadores vs visitantes) mas também consoante o motivo para a visitar.

No âmbito da avaliação do ambiente sonoro em contexto residencial, foram consultados um total de 131 habitantes da cidade do Porto (num universo de 440), dos quais 30% considera que o ruído aumentou no Porto desde os últimos quatro anos.

Considerando a cidade do Porto segundo o seu centro histórico, centro tradicional, zona ocidental e zona oriental, o centro histórico e o centro tradicional apresentaram-se como as áreas onde os residentes manifestaram maior incomodidade (média de 3,0 e 2,7, respetivamente, numa escala de 1 a 5). Concluiu-se que tal pode dever-se ao aumento do turismo e das atividades relacionadas com o mesmo nestas zonas.

Verificou-se que os indivíduos que, na generalidade, não estão satisfeitos com a sua zona de residência, são os que sentem mais incomodidade devido ao ruído que afeta as suas habitações. A relação entre estas duas variáveis revelou-se através da obtenção de um coeficiente de correlação de *Spearman* de 0,478\*\* ( $p < 0,01$ ) entre a satisfação com a zona de residência e a incomodidade devido ao ruído dentro da habitação. Os resultados evidenciam a importância do ambiente sonoro na satisfação em relação à residência.

Durante o preenchimento dos inquéritos, na generalidade dos casos, foi patente, por parte dos inquiridos que residem no Porto, a preocupação em relação às consequências do aumento do turismo na sua qualidade de vida. Através do contacto com a população residente concluiu-se que o desenvolvimento das atividades económicas pode afetar o ambiente sonoro da cidade e, por conseguinte, o bem-estar dos cidadãos.

Constatou-se que o tráfego rodoviário (que inclui *carros, motos, autocarros e camiões*) é o maior responsável pela incomodidade sentida em contexto residencial na cidade do Porto, abrangendo 43% das respostas relativas às fontes sonoras do exterior que mais incomodam dentro das habitações.

No âmbito da avaliação do ambiente sonoro em contexto laboral, foram consultados um total de 109 habitantes da cidade do Porto (num universo de 440), sendo que 16% dos trabalhadores afirmaram sentir-se *extremamente* desagradados pelo ruído do local de trabalho. Conclui-se que o ruído laboral tem consequências na atividade profissional dos indivíduos, sendo que cerca de 11% dos trabalhadores na cidade do Porto inquiridos afirmou que o ruído do local de trabalho afeta *extremamente* a comunicação com outras pessoas e que 7% manifestou que prejudica *extremamente* o seu desempenho, numa escala de 1, *absolutamente nada*, a 5, *extremamente*.

Do total de trabalhadores na cidade do Porto entrevistados, cerca de 42% laborava no local onde estava a ser realizado o estudo sendo que os resultados demonstraram que, o facto de trabalharem na zona do espaço público que estavam a avaliar, influenciou a percepção de ruído local. De facto, os trabalhadores no local de estudo demonstraram sentir menor satisfação acústica quando comparados com o remanescente da amostra total (2,54 vs 3,40), avaliaram a intensidade sonora local como sendo mais elevada (3,30 vs 2,81) e consideraram o ambiente sonoro mais incomodativo (2,54 vs 1,97).

Na presente investigação foram também considerados os efeitos do ruído no bem-estar dos indivíduos e na percepção humana do ambiente sonora. Verificou-se que, a maioria dos inquiridos (cerca de 63% da amostra) considera que, na generalidade, o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida das pessoas, seleccionando os níveis 4 e 5 numa escala de 1, *absolutamente nada*, a 5, *extremamente*. Os efeitos do ruído mais reportados pelos participantes foram a *dificuldade em se concentrar* e a *irritabilidade* (52% e 50% das respostas).

Cruzando a informação das respostas das pessoas relativa à opinião sobre se o ruído afeta a saúde ou a qualidade de vida com os efeitos do ruído na saúde, concluiu-se que *irritabilidade*, o *stress* ou *ansiedade* e a *dificuldade de concentração* são os efeitos mais notórios do excesso de ruído.

Relativamente às atitudes perante o ruído, dentro das opções disponíveis (*Ignora/Tenta não prestar atenção, Procura sons agradáveis; Aborda quem causa o ruído; Muda de ambiente, Apresenta queixa e Outro*), a resposta mais seleccionada foi *Ignorar / Tentar não prestar atenção*. Verificou-se que quem seleccionou esta opção tendeu a reportar menor incomodidade do que quem afirmou que *apresenta queixa* ou *aborda quem causou o ruído*. Verificou-se, portanto que facto de que se adotarem atitudes mais passivas perante o ruído, poderá contribuir para uma redução efetiva na incomodidade.

As conclusões anteriores evidenciam a complexidade da experiência acústica e a necessidade de projetar e de pensar nos espaços públicos em função desta componente sensorial.

## 7.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento da presente investigação pretendeu estudar a percepção de ruído na cidade do Porto da cidade através conceção de um inquérito socioacústico, adaptado à cidade do Porto, e na sua efetiva implementação, associada a medições de ruído. Obtidos os resultados e conclusões, pretende-se identificar as oportunidades para desenvolvimentos futuros, fruto de evidências identificadas no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Relativamente à metodologia adotada seria interessante dividir em mais do que um projeto a análise da percepção de ruído no espaço público, da análise do contexto residencial, da análise do contexto laboral. A partição do inquérito em três tipos de inquéritos permitiria explorar mais adequadamente cada contexto, possibilitando a associação de medições de ruído ao contexto residencial e laboral, aumentando a fiabilidade da recolha de dados, visto que a componente objetiva do ruído é indissociável da subjetiva.

Sugere-se também a aplicação do inquérito desenvolvimento em eventos artísticos e culturais, visto que este tipo de acontecimentos provoca alterações no ambiente sonoro. Com este trabalho futuro pretender-se-ia também explorar o impacte dessas alterações na população residente e trabalhadora na cidade.

Além disso, recomenda-se o teste e o desenvolvimento do modelo de incomodidade proposto ( $Incomodidade = f(L_{Aeq}) + k_c$ ), no sentido de avaliar que valores deve assumir  $k_c$ . e se outras variáveis devem ser consideradas.

Outro ponto a desenvolver é a extensão do estudo de percepção de ruído na cidade do Porto a outras formas urbanas existentes na cidade, nomeadamente locais nas imediações de zonas onde é evidente o som de origem ferroviária, visto que este tipo de fonte sonora não foi amplamente explorado. Tendo em conta as características geográficas da cidade do Porto, sugere-se também o alargamento do projeto, dentro do território portuense, a zonas balneares, ou seja, zonas em que som proveniente do mar esteja completamente evidenciado, por forma a perceber a que níveis sonoros os indivíduos estão sujeitos nestes espaços e qual é a percepção em relação aos mesmos.

Além da extensão do projeto a outros espaços da cidade do Porto, sugere-se a aplicação do mesmo a outras cidades possibilitando a criação de uma rede de informação cruzada em matéria de ruído entre vários municípios. A uniformização absoluta da recolha de informação entre várias cidades, seria um passo importante para o controlo do ruído a nível nacional, abrindo possibilidades de melhoramento da qualidade de vida das populações.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Barbosa, *As praças da cidade do Porto*. Porto: Edita-me, 2011.
- [2] *Decreto-Lei n.º 244/2002 de 5 de Novembro*, 1ª Série - N.º 255, 2002.
- [3] *DRA - Diretiva do Ruído Ambiente*, Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de Julho, 2006.
- [4] C. Rocha e T. Teixeira, "A study of the perception of urban noise in city of Porto," in *Internoise 2017*, Hong Kong, 2017.
- [5] EEA;European Environment Agency, "Environmental indicator report 2016," Luxemburgo2016, Disponível em: <https://publications.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/92757048-d95b-11e6-ad7c-01aa75ed71a1/language-en>.
- [6] M. German, F. G. Castillo, J. M. B. Morillas, e A. Santillan, "Analysis e evaluation of noise reaction in open public spaces in Mexico City," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 123, no. 5, pp. 3820-3820, 2008.
- [7] P. J. Lee e J. Y. Jeon, "Soundwalk for evaluating community noise annoyance in urban spaces," presented at the 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), EUA, 2008.
- [8] H. Lin e K.-c. Lam, "Soundscape of urban open spaces in Hong Kong," *Asian Geographer*, vol. 27, no. 1-2, pp. 29-42, 2010/01/01 2010.
- [9] S. Mohapathra, M. Basankopp, e S. Shrihari, "Public perception e response to traffic noise induced annoyance - A case study at Mangalore, Índia," *NITK Research Bulletin*, vol. 21, 2012, Art. no. 2.
- [10] Z. Zhou, J. Kang, e H. Jin, "Factors that influence soundscapes in historical areas," *Noise Control Engineering Journal*, vol. 62, 2014, Art. no. 2.
- [11] G. R. Gozalo e J. M. B. Morillas, "Perceptions e effects of the acoustic environment in quiet residential areas," (in English), *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 141, no. 4, pp. 2418-2429, Apr 2017.
- [12] W. Yang e J. Kang, "Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces," *Applied Acoustics*, vol. 66, no. 2, pp. 211-229, 2005.
- [13] H. M. Miedema e H. Vos, "Demographic e attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 105, no. 6, pp. 3336-3344, 1999.
- [14] D. Vastfjall, "Influences of current mood e noise sensitivity on judgments of noise annoyance," *The Journal of Psychology Interdisciplinary e Applied*, vol. 136, no. 4, pp. 357-70, Jul 2002.
- [15] T. Yano, T. Yamashita, e K. Izumi, "Community response to road traffic noise in Kumamoto," *Journal of Sound e Vibration*, vol. 151, no. 3, pp. 487-495, 1991/12/22 1991.
- [16] Tamura, A., et al. (1997). Effects of Landscaping on the Feeling of Annoyance of a Space. 7th Proceedings of Symposium on Psychological Acoustics, Contributions to psychological acoustics, Oldenburg, Germany.
- [17] S. Viollon, C. Laveier, e C. Drake, "Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment," (in English), *Applied Acoustics*, vol. 63, no. 5, pp. 493-511, May 2002.
- [18] E. Kinsler Lawrence, *Fundamentals of acoustics*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1982, p. 480.
- [19] iStockphoto LP, "Propagação asa ilustração de som - Vetor royalty-free," ed, 2015.
- [20] E. Murphy e E. A. King, "Principles of Environmental Noise," in *Environmental Noise Pollution*, 2014, pp. 9-49.
- [21] F. A. Everest, *The Master Hebook of Acoustics*. New York [etc]: McGraw Hill, 2001, pp. XIX, [5], 615 p.-XIX, [5], 615 p.
- [22] S. A. Stansfeld, "Noise, noise sensitivity e psychiatric disorder: epidemiological e psychophysiological studies," *Psychological Medicine. Monograph Supplement*, vol. 22, 2009.
- [23] R. Kruback, "Signal to noise," ed: Agilent Technologies.

- [24] A. O. d. Carvalho, *Acústica Ambiental e de Edifícios* (Edição 8.10). Porto, Portugal, 2015.
- [25] M. Harris Cyril, *Hebook of Noise Control*. New York: McGraw- Hill Book Company, 1957, pp. pag. var.-pag. var.
- [26] NetWell Noise Control. (2017). *Understeing Hertz*. Disponível em: <https://www.controlnoise.com/support-tools/about-sound-waves/understeing-hertz/>
- [27] Impinj. (2017, setembro 2017). *Types of RFID Systems*. Disponível em: <https://www.impinj.com/about-rfid/types-of-rfid-systems/>
- [28] M. Broxton, "Audio Engineering 201: "How to sound"," ed, 2014.
- [29] Wikibooks. (2017, setembro 2017). *Acoustics/Fundamentals of Psychoacoustics*. Disponível em: [https://en.wikibooks.org/wiki/Acoustics/Fundamentals\\_of\\_Psychoacoustics](https://en.wikibooks.org/wiki/Acoustics/Fundamentals_of_Psychoacoustics)
- [30] Wikimedia, "Acoustic weighting curves," ed, 2009.
- [31] *3º Código do Ruído. RGR - Regulamento Geral do Ruído*, Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro, 2007.
- [32] *RRAE - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*, Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho, 2008.
- [33] R. E. Berg, "Compression," in *Encyclopaedia Britannica*, ed, 1994.
- [34] D. Ouis, "Annoyance from Road Traffic Noise: A Review," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 21, no. 1, pp. 101-120, 2001.
- [35] J. E. Hawkins, "Human ear," in *Encyclopædia Britannica*, ed: Encyclopædia Britannica, inc., 2017.
- [36] J. Katz, R. F. Burkard, e L. Medwetsky, *Hebook of Clinical Audiology*. Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- [37] B. Berglund, T. Lindvall, e D. H. Schwela, "Guidelines for community noise," ed. Geneva: World Health Organization, 1999.
- [38] E. Murphy e E. A. King, "Environmental Noise e Health," in *Environmental Noise Pollution*, 2014, pp. 51-80.
- [39] S. A. Stansfeld, "Noise pollution: non-auditory effects on health," *British Medical Bulletin*, vol. 68, no. 1, pp. 243-257, 2003.
- [40] WHO; World Health Organization, "Night noise guidelines for Europe," ed. Copenhagen: World Health Organization, 2009.
- [41] C. Rocha, "Redução de ruído em ambiente urbano," presented at the VI Fórum do Ambiente, FEUP, 2017.
- [42] EC; European Commission, "Eurobarometer 73.3 - Eletromagnetic fields," 2010.
- [43] EEA; European Environment Agency, "Environment e health. Environmental noise," 2016.
- [44] *END - Environmental Noise Directive*, 2002.
- [45] C. Rocha e A. Carvalho, "Action Plans e Municipal Noise Reduction Plans in Portugal," in *Inter-Noise 2007*, Istambul, Turquia, 2007.
- [46] EEA; European Environmental Agency, *Noise in Europe 2014* (EEA report, no. no 10/2014). European Environment Agency, 2014, p. 62.
- [47] *2º Código do Ruído. RLPS - Regime Legal sobre Poluição Sonora*, Decreto-Lei nº 292/2000 de 14 de Novembro, 2000.
- [48] E. E. A. (EEA), *Noise in Europe 2014* (EEA report, no. no 10/2014). European Environment Agency, 2014, p. 62.
- [49] E. F. Brown, E. B. Dennis, J. Henry, Y. New, e C. Noise Abatement, "City Noise. The Report of the Commission Appointed by Dr. Shirley W. Wynne, Commissioner of Health, to Study Noise in New York e to Develop Means of Abating It," Noise Abatement Commission, Nova Iorque, EUA1930.
- [50] E. Thompson, *The Soundscape of Modernity: Architectural Acoustics e the Culture of Listening in America, 1900-1933*. MIT Press, 2004.
- [51] T. J. Schultz, "Synthesis of social surveys on noise annoyance," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 64, pp. 377-405, 1978.
- [52] C. H. Vijaya Kumar, C. S. N. Murthy, e H. Vardhan, "Noise Assessment in Mines – A Critical Review," *Concurrent Advances in Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 6-11, 2016.



- [53] J. M. Fields, "Effect of personal e situational variables on noise annoyance in residential areas," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 93, no. 5, pp. 2753-2763, 1993.
- [54] R. Guski, "Personal e social variables as co-determinants of noise annoyance," *Noise e Health*, Articles vol. 1, no. 3, pp. 45-56, April 1, 1999 1999.
- [55] S. Kuwano, M. Morimoto, e T. Matui, "A questionnaire survey on noise problems with elderly people," *Acoustical Science e Technology*, vol. 26, no. 3, pp. 305-308, 2005.
- [56] G. Bluhm, E. Nordling, e N. Berglind, "Road traffic noise e annoyance-an increasing environmental health problem," *Noise e Health*, Articles vol. 6, no. 24, pp. 43-49, July 1, 2004 2004.
- [57] G. Winneke, M. Neuf, e B. Steinheider, "Separating the impact of exposure e personality in annoyance response to environmental stressors, particularly odors," *Environment International*, vol. 22, no. 1, pp. 73-81, 1996/01/01/ 1996.
- [58] J. M. Campbell, "Ambient Stressors," *Environment e Behavior*, vol. 15, no. 3, pp. 355-380, 2016.
- [59] J. L. Carles, I. L. Barrio, e J. V. de Lucio, "Sound influence on lescape values," *Lescape e Urban Planning*, vol. 43, no. 4, pp. 191-200, 1999/01/25/ 1999.
- [60] A. Tamura, A. Schick, e M. Klatte, "Effects of Lescaping on the Feeling of Annoyance of a Space," in *7th Proceedings of Symposium on Psychological Acoustics, Contributions to psychological acoustics*, Oldenburg, Germany, 1997, pp. 135-161.
- [61] R. M. Schafer, D. Book, Ed. *The Tuning of the World (The Soundscape)*. Canadá, 1977.
- [62] R. R. Boullosa e C. Alvarado Z., "On the Sound Environment of the City of Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico," *Journal of applied research e technology*, vol. 9, pp. 430-442, 2011.
- [63] G. Brambilla, V. Gallo, e G. Zambon, "The soundscape quality in some urban parks in Milan, Italy," *International Journal of Environmental Research e Public Health*, vol. 10, no. 6, pp. 2348-69, Jun 06 2013.
- [64] M. Raimbault, C. Laveier, e M. Bérengier, "Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities," *Applied Acoustics*, vol. 64, no. 12, pp. 1241-1256, 2003.
- [65] W. Yang e J. Kang, "Soundscape e Sound Preferences in Urban Squares: A Case Study in Sheffield," *Journal of Urban Design*, vol. 10, no. 1, pp. 61-80, 2005.
- [66] A. L. Brown, "Soundscapes e environmental noise management," *Noise Control Engineering Journal*, vol. 58, no. 5, 2010.
- [67] *TECHNICAL SPECIFICATION ISO/TS 15666: Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social e socio-acoustic surveys*, 2003.
- [68] P. H. T. Zannin, A. Calixto, F. B. Diniz, e J. A. C. Ferreira, "A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis," *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 23, no. 2, pp. 245-255, 2003.
- [69] P. H. T. Zannin, F. B. Diniz, e W. A. Barbosa, "Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil," *Applied Acoustics*, vol. 63, no. 4, pp. 351-358, 2002.
- [70] D. Michaud, S. Keith, e D. McMurchy, "Noise annoyance in Canada," *Noise e Health*, Articles vol. 7, no. 27, pp. 39-47, April 1, 2005 2005.
- [71] C. Mak e Y. Lui, "The effect of sound on office productivity," *Building Services Engineering Research e Technology*, vol. 33, no. 3, pp. 339-345, 2012.
- [72] R. Ghiglione, *O inquérito : teoria e prática / Rodolphe Ghiglione, Benjamin Matalon* (no. 4ª edição). Oeiras: Celta Editora, 2001.
- [73] S. Debois e M. Penson. (2017, Dezembro). *Survey Anyplace*. Disponível em: <https://surveyanyplace.com/>
- [74] G. F. Simons e C. D. Fennig. (2017). *Ethnologue: Languages of the World. Summary by language size* (Twentieth edition ed.). Disponível em: <https://www.ethnologue.com/statistics/size>

- [75] Instituto Nacional de Estatística - INE, "Estatísticas do Turismo 2016," Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=277048338&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=277048338&PUBLICACOESmodo=2)
- [76] *Norma Portuguesa NP 4476, 2008: Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos*, 2008.
- [77] J. M. Fields, "Progress toward the use of shared noise reaction questions," presented at the Inter-noise 96, Liverpool, Engle, 1996.
- [78] P. Ribeiro José Luís, *Investigação e avaliação em psicologia e saúde* (Manuais universitários Metodologias). Lisboa: Climepsi, 1999, p. 147.
- [79] P. H. T. Zannin, A. Calixto, F. B. Diniz, e J. A. C. Ferreira, "A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis," *Environmental Impact Assessment Review*, pp. 245-255, 2002.
- [80] M. F. Southworth, *The Sonic Environment of Cities*. Massachusetts Institute of Technology, 1969.
- [81] I. van Kamp, R. F. S. Job, J. Hatfield, M. Haines, R. K. Stellato, e S. A. Stansfeld, "The role of noise sensitivity in the noise-response relation: A comparison of three international airport studies," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 116, no. 6, pp. 3471-3479, 2004.
- [82] S. M. Taylor, "A path model of aircraft noise annoyance," *Journal of Sound e Vibration*, vol. 96, no. 2, pp. 243-260, 1984/09/22/ 1984.
- [83] H. M. Miedema e H. Vos, "Noise sensitivity e reactions to noise e other environmental conditions," (in eng), *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 113, no. 3, pp. 1492-504, Mar 2003.
- [84] K. Paunovic, B. Jakovljevic, e G. Belojevic, "Predictors of noise annoyance in noisy e quiet urban streets," *Science of the Total Environment*, vol. 407, no. 12, pp. 3707-11, Jun 01 2009.
- [85] A. Marks e B. Griefahn, "Associations between noise sensitivity e sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, e performance after exposure to nocturnal traffic noise," *Noise e Health*, Articles vol. 9, no. 34, pp. 1-7, January 1, 2007 2007.
- [86] D. Shepherd, D. Welch, K. N. Dirks, e R. Mathews, "Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance e health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise," *International Journal of Environmental Research e Public Health*, vol. 7, no. 10, pp. 3579-94, October 2010.
- [87] G. Belojević, B. Jakovljević, e O. Aleksić, "Subjective reactions to traffic noise with regard to some personality traits," *Environment International*, vol. 23, no. 2, pp. 221-226, 1997/01/01/ 1997.
- [88] M. Heinonen-Guzejev *et al.*, "Noise sensitivity e disability retirement: A longitudinal twin study," *Journal of Occupational e Environmental Medicine*, vol. 55, no. 4, pp. 365-70, April 2013.
- [89] C. M. B. Eerson, "The Measurement of Attitude to Noise e Noises," *National Physical Laboratory Acoustics report*, vol. Ac52, 1971.
- [90] A. M. Dzhambov, "Noise sensitivity: A neurophenomenological perspective," *Med Hypotheses*, vol. 85, no. 5, pp. 650-5, Nov 2015.
- [91] W. Ellermeier, M. Eigenstetter, e K. Zimmer, "Psychoacoustic correlates of individual noise sensitivity," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 109, no. 4, pp. 1464-1473, 2001.
- [92] F. J. Langdon, "Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part I," *Journal of Sound e Vibration*, vol. 47, no. 2, pp. 243-263, 1976/07/22/ 1976.
- [93] E. Öhrström e A. B. Skånberg, "A field survey on effects of exposure to noise e vibration from railway traffic, Part I: Annoyance e activity disturbance effects," *Journal of Sound e Vibration*, vol. 193, no. 1, pp. 39-47, 1996/05/30/ 1996.
- [94] E. A. Franssen, C. M. van Wiechen, N. J. Nagelkerke, e E. Lebrecht, "Aircraft noise around a large international airport e its impact on general health e medication use," (in eng), *Occupational e Environmental Medicine*, vol. 61, no. 5, pp. 405-13, May 2004.

- [95] K. Zimmer e W. Ellermeier, "Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: a comparison," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 19, no. 3, pp. 295-302, 1999/09/01/1999.
- [96] H. Kishikawa, T. Matsui, I. Uchiyama, M. Miyakawa, K. Hiramatsu, e S. A. Stansfeld, "Noise sensitivity e subjective health: questionnaire study conducted along trunk roads in Kusatsu, Japan," *Noise e Health*, vol. 11, no. 43, pp. 111-7, Apr-Jun 2009.
- [97] A. W. L. Chung, W. M. To, T. M. Lai, e Y. S. Choy, "Characterizing noise sensitivity of inhabitants of cities," presented at the 11th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), Nara, Japan, 2014.
- [98] Instituto Nacional de Estatística - INE, "Retorno de informação personalizada dos municípios: Município do Porto," Accessed on: agosto 2017 Online. Disponível em: <https://www.ine.pt/documentos/municipios/1312.pdf>
- [99] CMP; Câmara Municipal do Porto. (2014, junho 2017). *Freguesias*. Disponível em: [http://www.cm-porto.pt/cidade/freguesias\\_4](http://www.cm-porto.pt/cidade/freguesias_4)
- [100] CMP; Câmara Municipal do Porto, "1º Relatório sobre a Qualidade de Vida Urbana," Dezembro 2003 2003, Disponível em: [http://www.cm-porto.pt/assets/misc/documentos/informacao\\_oficial/Relatorio\\_SMQVU\\_2003\\_PT.pdf](http://www.cm-porto.pt/assets/misc/documentos/informacao_oficial/Relatorio_SMQVU_2003_PT.pdf).
- [101] C. Teixeira. (2015) Zona Oriental do Porto e Estação de Campanhã. *A Propriedade*. Disponível em: [http://www.proprietarios.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=344&Itemid=134](http://www.proprietarios.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=344&Itemid=134)
- [102] S. Alves e G. Furtado, "The role of architecture in Oporto creative city project," in *Bringing Cuty Form Back in to Planning. CITTA 3rd Annual Conference on Planning Reserch*, Porto, 2011, pp. 591-611.
- [103] A. A. Erade, *Horizontes Urbanos Medievais*. Lisboa, 2003.
- [104] M. C. Teixeira, *A Praça na Cidade Portuguesa*. Porto, 2001.
- [105] H. Madureira, "Processos de transformação da estrutura verde no Porto," pp. 127 p.-127 p., 2002.
- [106] L. Ramos, *História do Porto* (Porto). Porto Editora, 1995.
- [107] N. Moura, "A Foz do Douro: evolução urbana," *Planeamento Urbano e Regional*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 2009.
- [108] V. Oliveira e P. Pinho, "Urban form e planning in Lisbon e Oporto," *Planning Perspectives*, vol. 23, no. 1, pp. 81-105, 2008.
- [109] UNESCO; United Nations Educational Scientific e Cultural Organization, " Convention Concerning the protection of the world cultural e natural heritage - Twentieth session," Merida, Mexico 1997, Disponível em: <http://whc.unesco.org/archive/repcom96.htm>.
- [110] Instituto Nacional de Estatística - INE, "Anuário Estatístico da Região Norte 2015," Lisboa, Portugal 2016.
- [111] CMP; Câmara Municipal do Porto, "Censos 2011: Mudanças Demográficas," 2014, Disponível em: [http://www.cm-porto.pt/assets/misc/img/PDM/Revisao\\_PDM/Estudos\\_base/Censos2011\\_Mudancas\\_demograficas\\_2014.pdf](http://www.cm-porto.pt/assets/misc/img/PDM/Revisao_PDM/Estudos_base/Censos2011_Mudancas_demograficas_2014.pdf).
- [112] CMP; Câmara Municipal do Porto, "Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território," 2015.
- [113] J. Santos, "Um trilho de metamorfoses: Da reabilitação urbana aos impactos na recomposição social local – o caso da Rua das Flores," *Sociologia*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 2016.
- [114] CMP; Câmara Municipal do Porto, "Relatório 2011: Sistema de monitorização da qualidade de vida urbana do Porto," 2011.
- [115] CMP; Câmara Municipal do Porto. (2014, agosto 2017). *Planeamento estratégico da Gestão do Ruído*. Disponível em: <http://www.cm-porto.pt/gestao-de-ruído/planeamento-estrategico>
- [116] NP ISO 1996-1: 2011. *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Greezas fundamentais e métodos de avaliação*, 2011.

- [117] NP ISO 1996-2: 2011. *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*, 2011.
- [118] Chromservis. (Outubro 2017). *3M SP-DL SoundPro Sound Level Meter*. Disponível em: <https://www.chromservis.eu/p/3m-sp-dl-soundpro-sound-level-meter>
- [119] Hama. (Outubro 2017). *Hama Tripé Star 63*. Disponível em: <https://pt.hama.com/00004163/hama-tripe-star-63>
- [120] NP ISO 1996-1: 2011. *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Greezas fundamentais e métodos de avaliação*, 2011.
- [121] J. Ferreira, M. F. d. Sá, e P. Leão, "Public Spaces Form: a possible analytical framework," in *Bringing Cuty Form Back in to Planning CITTA. 3rd Annual Conference on Planning Reserch*, Porto, Portugal, 2001, pp. 573-590.
- [122] P. Larkham, "Understeing Urban Form?," *Urban Design*, vol. 93, pp. 22-24, 2005.
- [123] J. A. Fernees, P. Chamusca, e Â. Silva, *Avenida dos Aliados e Baixa do Porto: Usos e Movimentos*. Porto: Porto Vivo, SRU, 2013.
- [124] A. Lusa, "Requalificação "altera profundamente" Avenida dos Aliados - Rui Rio," in *RTP Notícias*, ed, 2005.
- [125] F. L. d. Matos, "Espaços Públicos e Qualidade de Vida nas Cidades - O Caso da Cidade do Porto," *Revista Eletrónica de Geografia*, vol. 2, pp. 17-33, 2010, Art. no. 4.
- [126] CMP; Câmara Municipal do Porto. *Carta digital de condicionantes da Cidade do Porto*. Disponível em: [http://balcaovirtual.cm-porto.pt/PT/cidadaos/guiatematico/PlaneamentoOrdenamento/Plano%20Diretor%20Municipal%20\(PDM\)/PDM%20E2%80%9320Em%20vigor/Planta%20de%20condicionantes/Paginas/default.aspx](http://balcaovirtual.cm-porto.pt/PT/cidadaos/guiatematico/PlaneamentoOrdenamento/Plano%20Diretor%20Municipal%20(PDM)/PDM%20E2%80%9320Em%20vigor/Planta%20de%20condicionantes/Paginas/default.aspx)
- [127] T. Eersen e T. P. Marques, *Jardins históricos do Porto*. Lisboa: Inapa, 2001.
- [128] CMP; Câmara Municipal do Porto. (2014, abril 2017). *Rotunda da Boavista / Praça Mouzinho de Albuquerque*. Disponível em: <http://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques-urbanos/jardim-da-rotunda-da-boavista>
- [129] Visit Porto. *Rua das Flores*. Disponível em: <http://www.visitporto.travel/Visitar/Paginas/Descobrir/detalhespoi.aspx?POI=3502>
- [130] J. F. Barbosa, "Reabilitação do Património, cidade do Porto, estratégias e factos - Rua (S.ta Catarina) das Flores," *Revista Arquitetura Lusíada*, pp. 153-206, 2015, Art. no. 7.
- [131] J. F. Afonso, "A Rua das Flores no Séc. XVI: Elementos para a História Urbana no Porto Quinhentista," Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 1998.
- [132] J. R. Fernees, "Rua das Flores: A "Rua do Ouro portuense"," in *O Tripeiro* vol. 7º, ed. Porto, 1994, pp. 45-46.
- [133] Jornal de Notícias. (2012, abril 2017). *Renovada Praça de Lisboa é inaugurada em Junho*. Disponível em: <http://www.jn.pt/local/noticias/porto/porto/interior/renovada-praca-de-lisboa-e-inaugurada-em-junho-2243698.html>
- [134] Visit Porto. (abril 2017). *Jardim da Foz*. Disponível em: <http://visitporto.travel/Visitar/Paginas/Viagem/DetalhesPOI.aspx?POI=1869>
- [135] CMP; Câmara Municipal do Porto. (2014, abril 2017). *Jardins do Palácio de Cristal*. Disponível em: [http://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques-urbanos/palacio-de-cristal\\_33](http://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques-urbanos/palacio-de-cristal_33)
- [136] P. T. Peixoto, "Os jardins do Palácio de Cristal e as Fontes D'art," *Revista Arquitetura Lusíada*, vol. 4, pp. 105-112, 2012.
- [137] A. d. M. Basto, "Como se fez o Palácio de Cristal," in *O 1o de Janeiro*, ed. Porto, 1934, p. 1.
- [138] Visit Porto. (2015, março 2017). *Parques e Jardins*. Disponível em: <http://visitporto.travel/Agenda/Paginas/Artigo.aspx?artigo=190>
- [139] CMP; Câmara Municipal do Porto. (2014, março 2017). *Parque Ocidental da Cidade*. Disponível em: [http://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques-urbanos/parque-da-cidade\\_25](http://www.cm-porto.pt/jardins-e-parques-urbanos/parque-da-cidade_25)
- [140] S. C. Pardal, *Parque da Cidade do Porto: Ideia e Paisagem* (1ª Edição). Porto: Câmara Municipal do Porto, 2006.
- [141] Visit Porto. (março 2017). *Parque da Cidade*. Disponível em: <http://www.visitporto.travel/Visitar/Paginas/viagem/DetalhesPOI.aspx?POI=1030>

- [142] Instituto Nacional de Estatística - INE, "Classificação Portuguesa das Profissões 2010," in "Edição de 2011," Lisboa, Portugal 2011.
- [143] Z. Bangjun, S. Lili, e D. Guoqing, "The influence of the visibility of the source on the subjective annoyance due to its noise," *Applied Acoustics*, vol. 64, no. 12, pp. 1205-1215, 2003/12/01/ 2003.



## **ANEXOS**





## ANEXO I

Autorização da Direção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para realizar o teste piloto nas instalações da faculdade

Direção FEUP		Universidade do Porto Faculdade de Engenharia Direção
<b>De:</b>	Cecília Rocha <carocha@fe.up.pt>	Data <u>30/ JAN 2017</u>
<b>Enviado:</b>	sexta-feira, 27 de janeiro de 2017 17:53	Rubrica <u>Plane</u>
<b>Para:</b>	direcao.feup@fe.up.pt	
<b>Assunto:</b>	realização de inquéritos psicoacústicos	

Boa tarde Prof. Falcão e Cunha,

tenho uma estudante que, no âmbito da sua dissertação de mestrado em engenharia do ambiente, vai realizar inquéritos psicoacústicos para avaliar a percepção e sensibilidade que as pessoas têm a diferentes tipos de ruído.

Para tal preparou-se - com o apoio de especialistas da Faculdade de Psicologia - um questionário sobre o tema que gostávamos de testar, primeiramente, num ambiente controlado para, numa fase posterior, o estender a diversos locais da cidade do Porto.

Nesse sentido queríamos saber se será possível contar com a colaboração da FEUP para concretizar esta primeira experiência, no interior do campus da FEUP, em particular na esplanada do bar da biblioteca, próximo do Jardim das Oliveiras e, eventualmente, na parte frontal, próximo da rampa de acesso à entrada principal da FEUP.

Esta experiência contará com:

- o preenchimento de um questionário num tablet (pelas pessoas que manifestem disponibilidade para tal);
- a realização de medições de ruído simultâneas a esse preenchimento (para se perceber o nível de ruído a que cada pessoa está sujeita durante o período em que preenche o referido questionário).

Agradeço, desde já, a disponibilidade da FEUP para apoiar a realização da parte prática desta dissertação.

Cumprimentos,

--  
**Cecília Rocha**  
 Professora Auxiliar  
 Secção de Planeamento do Território e Ambiente (SPTA)

Tlf: (+351) 22 508 14 52 - [carocha@fe.up.pt](mailto:carocha@fe.up.pt)

*Antigo. Das conclusões  
 da STM e Segurança.*

*J. Falcão*  
 2017 01 30

João Falcão e Cunha  
 Diretor/Dean FEUP

[Page #]

## ANEXO II

### Inquérito final

**U. PORTO**  
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

Selecione a sua língua por favor.  
Selecione su idioma por favor.  
Please select your language.  
Choisissez votre langue s'il vous plait.

PORTUGUÊS ESPAÑOL ENGLISH FRANÇAIS

**Porto.**

**Inquérito sobre ruído urbano**

Queremos saber o que pensa sobre os sons e ruídos que ouve na sua cidade. Gosta do que ouve? Afeta o seu dia-a-dia? Gosta da vivacidade que transmite? Afeta o seu descanso?

COMEÇAR

Sexo

☐ M

☐ F

Idade

Nacionalidade

☐ Portuguesa

☐ Outra

Outra, Qual?

Nível de escolaridade

☐ 4º ano

☐ 9º ano

☐ 12º ano

☒ Bacharelato ou Licenciatura Pós-Bolonha

☐ Licenciatura Pré-Bolonha

☐ Mestrado

☐ Doutoramento

← SEGUINTE

Nível de escolaridade

☐ 4º ano

☐ 9º ano

☐ 12º ano

☐ Bacharelato ou Licenciatura Pós-Bolonha

☐ Licenciatura Pré-Bolonha

☐ Mestrado

☐ Doutoramento

Atualmente encontra-se como

☐ Estudante

☐ Empregado

☐ Desempregado

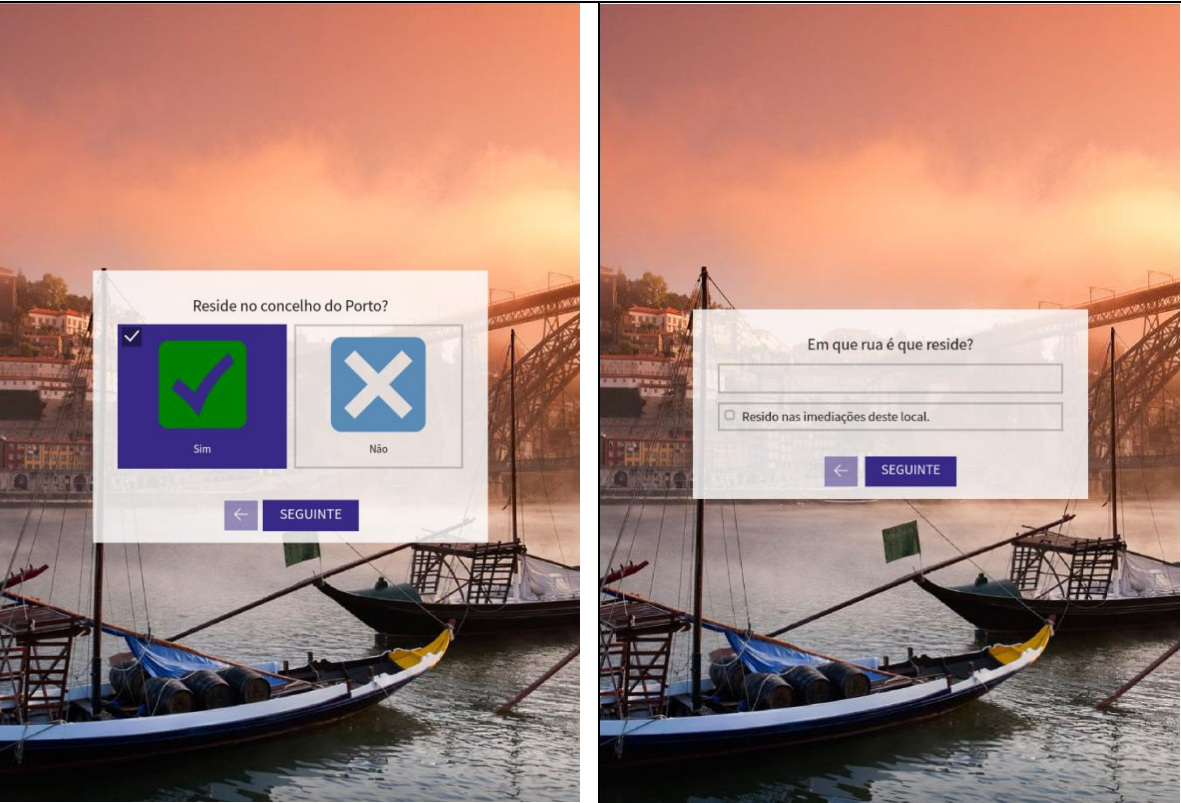
☐ Reformado

☐ Outro


Comentário


Qual é a sua área profissional?

← SEGUINTE



Reside no concelho do Porto?

☒  Sim

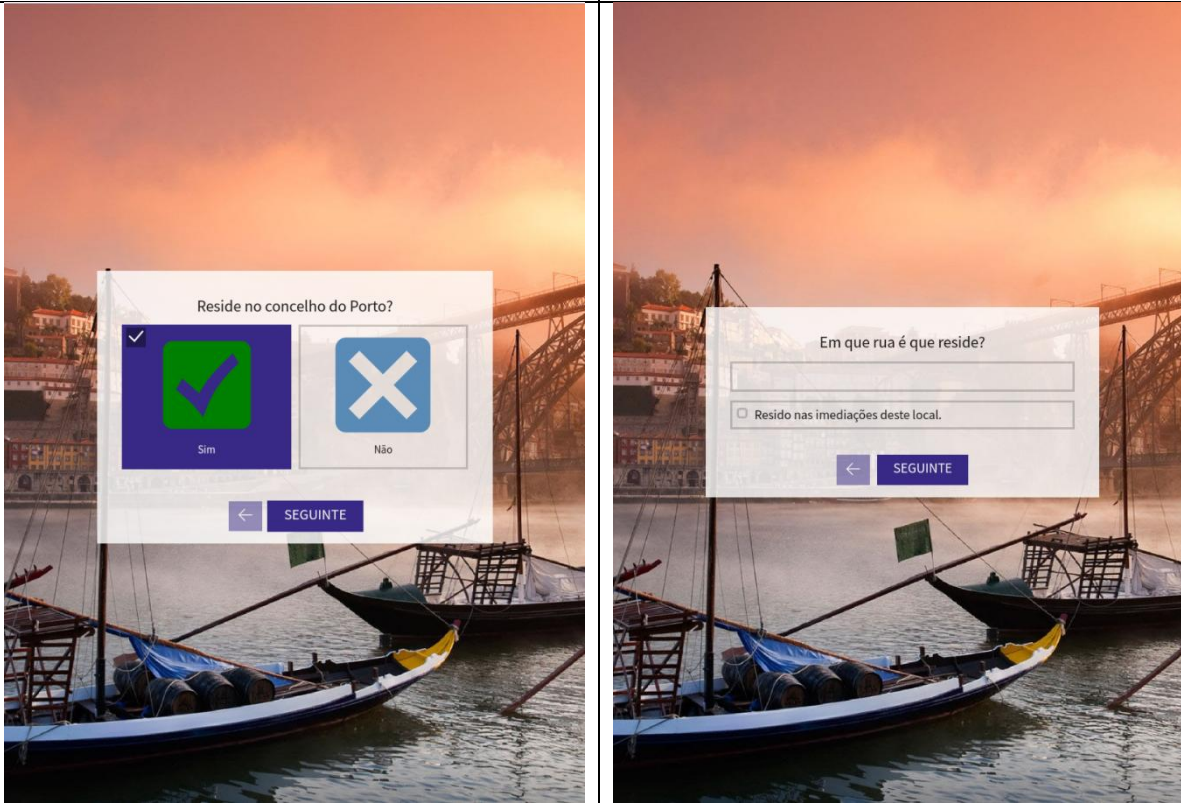
☐  Não

[<](#) SEGUINTE


Em que rua é que reside?


☐ Resido nas imediações deste local.

[<](#) SEGUINTE



Reside no concelho do Porto?

☒  Sim

☐  Não

[<](#) SEGUINTE

Em que rua é que reside?

☐ Resido nas imediações deste local.

[<](#) SEGUINTE



Avalie o quão agradável é viver na sua zona.

☆☆☆☆☆

← SEGUINTE

Avalie o isolamento da sua casa.

☆☆☆☆☆

Comentário

← SEGUINTE

Há quanto tempo reside na sua habitação?

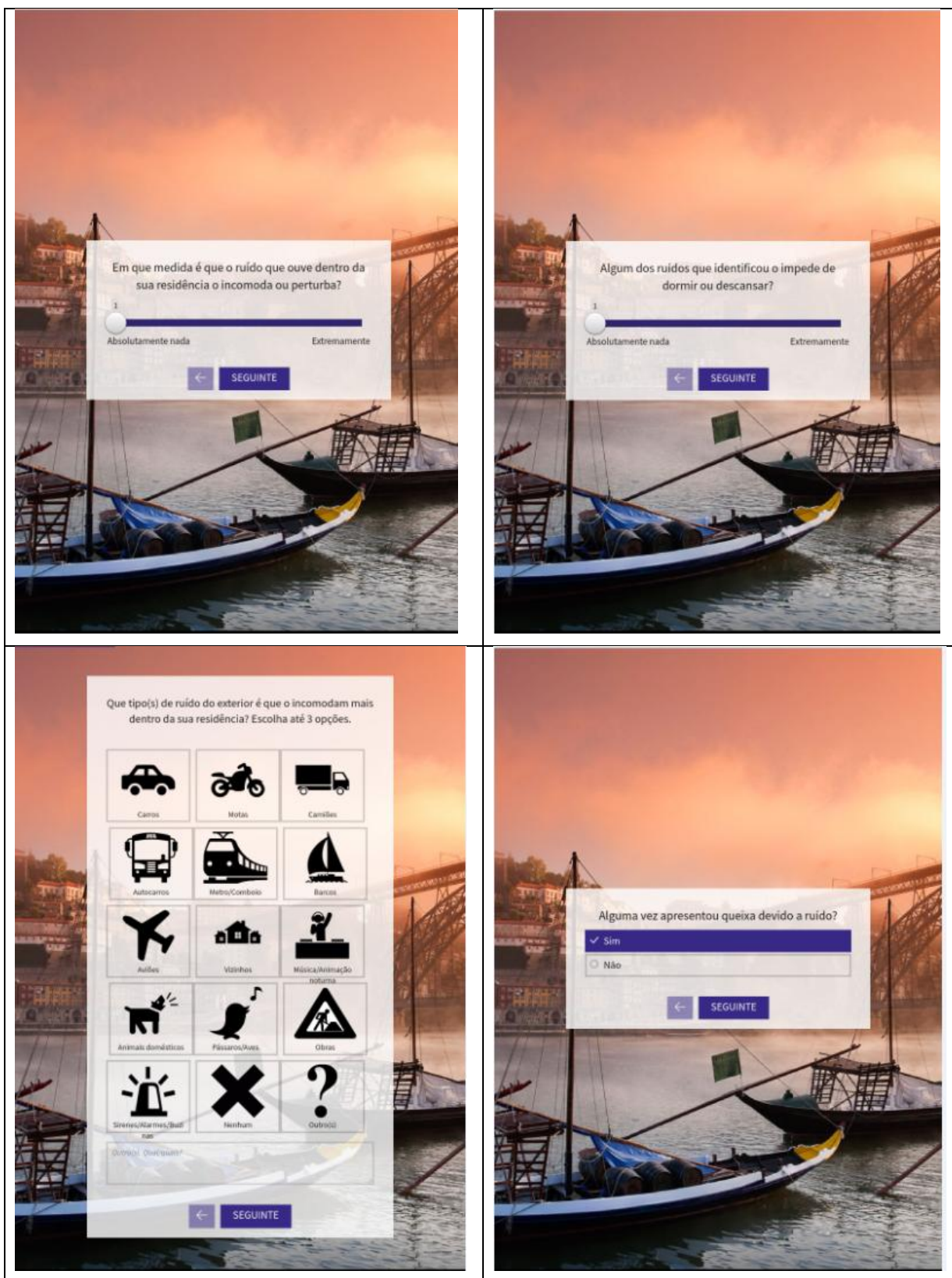
← SEGUINTE

Considera que o ruído aumentou no Porto desde essa altura?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE



Em que medida é que o ruído que ouve dentro da sua residência o incomoda ou perturba?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE
















Algum dos ruídos que identificou o impede de dormir ou descansar?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE

Que tipo(s) de ruído do exterior é que o incomodam mais dentro da sua residência? Escolha até 3 opções.

 Carros	 Motas	 Camiões
 Autocarros	 Metro/Comboio	 Barcos
 Aviões	 Vizinhos	 Música/Informação sonora
 Animais domésticos	 Pássaros/Aves	 Obras
 Sirenes/Alarmas/Balões	 Nenhum	 Outros

← SEGUINTE

Alguma vez apresentou queixa devido a ruído?

☒ Sim

☐ Não

← SEGUINTE



Qual o tipo de ruído que esteve na origem da queixa?

<p>Transportes</p>	<p>Vizinhos</p>
<p>Animação noturna</p>	<p>Obras</p>
<p>Outro</p>	

Outro: Qual?

← SEGUINTE

Trabalha no concelho do Porto?

<p>Sim</p>	<p>Não</p>
------------	------------

← SEGUINTE

Qual é a rua do seu local de trabalho?

☐ Trabalho nas imediações deste local.

← SEGUINTE

Há quanto tempo trabalha nesse local?

← SEGUINTE

The survey interface consists of four panels, each displaying a different question related to urban noise perception. The background image for all panels shows a harbor scene with several boats, including a prominent blue and yellow boat in the foreground, and a bridge in the background under a sunset sky.

**Panel 1 (Top Left):** The question is "Por norma, o local onde trabalha é um espaço:". It features two radio button options: "Ao ar livre/Exterior" and "Interior". Below these is a text input field labeled "Comentário:". At the bottom are two buttons: a back arrow and "SEGUINTE".

**Panel 2 (Top Right):** The question is "Em que medida é que lhe desagrada o ruído do seu local de trabalho?". It includes a slider scale from 1 to 10, with "Absolutamente nada" at the left end and "Extremamente" at the right end. The slider is currently positioned at 1. At the bottom are two buttons: a back arrow and "SEGUINTE".

**Panel 3 (Bottom Left):** The question is "Em que medida é que o ruído onde trabalha prejudica o seu desempenho?". It features a slider scale from 1 to 10, with "Absolutamente nada" at the left end and "Extremamente" at the right end. The slider is currently positioned at 1. At the bottom are two buttons: a back arrow and "SEGUINTE".

**Panel 4 (Bottom Right):** The question is "Em que medida é que o ruído onde trabalha prejudica o seu desempenho?". It features a slider scale from 1 to 10, with "Absolutamente nada" at the left end and "Extremamente" at the right end. The slider is currently positioned at 1. At the bottom are two buttons: a back arrow and "SEGUINTE".



The survey consists of four panels, each with a question and a set of response options. The background image for all panels is a scenic view of the Porto harbor at sunset, with several traditional boats (barcos rabelas) in the water and the city skyline in the background.

**Panel 1:** Com que frequência costuma ter música ou televisão ligada enquanto trabalha?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Muito frequentemente

← SEGUINTE

**Panel 2:** Há quanto tempo está hospedado no Porto?

← SEGUINTE

**Panel 3:** Em que rua/zona é que está hospedado?

← SEGUINTE

**Panel 4:** O ruído que ouve no local onde está hospedado impede-o de dormir ou descansar?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE

O que é que lhe agrada mais no Porto? Escolha **até 3 opções**.

- ☐ Aspeto visual
- ☐ Limpeza
- ☐ Segurança
- ☐ Sons
- ☐ Acessibilidades
- ☐ Espaços/Eventos culturais
- ☐ Espaços verdes
- ☐ Qualidade do ar
- ☐ Simpatia das pessoas
- ☐ Património histórico

← SEGUINTE

O que acha que é mais importante numa cidade? Escolha **3 opções**.

- ☐ Aspeto visual
- ☐ Limpeza
- ☐ Segurança
- ☐ Sons
- ☐ Acessibilidades
- ☐ Espaços/Eventos culturais
- ☐ Espaços verdes
- ☐ Qualidade do ar
- ☐ Simpatia das pessoas
- ☐ Património histórico

← SEGUINTE

Em relação a este local, indique o seu grau de satisfação relativamente a:

- Aspeto visual ☆☆☆☆☆
- Limpeza ☆☆☆☆☆
- Segurança ☆☆☆☆☆
- Sons ☆☆☆☆☆
- Acessibilidades ☆☆☆☆☆
- Espaços verdes ☆☆☆☆☆
- Qualidade do ar ☆☆☆☆☆

← SEGUINTE

Considera o Porto uma cidade barulhenta?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE



Em geral, considera-se sensível ao ruído?

A slider control with a white circle at the left end. The left label is "Absolutamente nada" and the right label is "Extremamente".

← SEGUINTE

Como avalia o ruído deste local?

A slider control with a white circle at the left end. The left label is "Baixo" and the right label is "Muito alto".

← SEGUINTE

Em que medida é que o ruído deste local o incomoda ou perturba?

A list of radio buttons with the following options: "Absolutamente nada", "Ligeiramente", "Moderadamente", "Muito", and "Extremamente".

← SEGUINTE

De 0 a 10, em que medida é que o ruído deste local o incomoda ou perturba?

A slider control with a white circle at the left end. The left label is "Absolutamente nada" and the right label is "Extremamente".

← SEGUINTE

Que tipo(s) de sons/ruídos ouve neste local?

Carros	Motas	Camións
Autocarros	Metros/Comboios	Barcos
Aviões	Vozes	Música
Animais domésticos	Pássaros/Aves	Obras
Sirenes/Alarmes/Outras	Outro	

Outro: Qual?

← SEGUINTE

Considera que o ruído afeta a saúde ou qualidade de vida das pessoas?

1

Absolutamente nada Extremamente

← SEGUINTE

Habitualmente, o ruído causa-lhe:

(Pode escolher várias opções.)

- ☐ Irritabilidade
- ☐ Dificuldade em se concentrar
- ☐ Problemas em dormir ou descansar
- ☐ Dores de cabeça
- ☐ Zumbido/Incomodo nos ouvidos
- ☐ Mal-estar geral
- ☐ Stress ou ansiedade
- ☐ Nada
- ☐ Outro

Outro: Qual?

← SEGUINTE

Em geral, como lida com o ruído que o incomoda?

Escolha apenas uma opção.

- ☐ Ignora/Tenta não prestar atenção
- ☐ Procura sons agradáveis
- ☐ Aborda quem causa o ruído
- ☐ Muda de ambiente
- ☐ Apresenta queixa
- ☐ Outro

Outro: Qual?

← TERMINAR



## ANEXO III

Certificado de calibração do sonómetro e do calibrador utilizados no decorrer do trabalho de campo



Assinatura válida

Digitally signed by  
LABMETRO ONLINE  
Date: 2016.07.26  
23:09:52 +0000  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

**CERTIFICADO DE  
VERIFICAÇÃO**

NÚMERO 245.70 / 16.57910

PÁGINA 1 de 2

**ENTIDADE:**

Nome	EXIMO - Soc. Representações Industriais, Lda.
Endereço	Av. Das Descobertas, 15 / 6º A - Edif. Avenida - Infantado - Loures - 2670-383 Loures

**INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO:**

Desp. Aprov. Modelo n.º	245.70.09.3.13	
Sonómetro	Marca / Modelo / N.º de série / Selo N.º	Quest / SoundPro SE/DL / BIH040002 / 57910
Microfone	Marca / Modelo / N.º de série	Quest / QE 7052 / 31520
Pré-amplificador	Marca / Modelo / N.º de série	Quest / / 0111 5328
Calibrador	Marca / Modelo / N.º de série / Selo N.º	Quest / QC - 10 / QIE040073 / 57911

**CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS:**

Classe	2
--------	---

**OPERAÇÃO EFECTUADA:**

Tipo / Data	Primeira Verificação / 22/07/2016
Rastreabilidade	Tensão contínua e alternada - Lab. Metrol. Eléct. ISQ (Portugal) Frequência - IPQ (Portugal) Nível de pressão sonora - Danak (Dinamarca)
Documentos de referência	Portaria 977/09 de 1 de Setembro de 2009 Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 02 (Ed. C - Rev. 00) tendo por base os documentos de referência Norma IEC 61672-3: 2006-10
Condições ambientais	Temp.: 21,8 °C Hum. Rel.: 53,0 % Pressão atmosf.: 100,0 kPa
RESULTADO	<b>Em conformidade com os valores regulamentares</b> <b>O Valor do erro de cada uma das medições efectuadas são inferiores aos valores dos erros máximos admissíveis para a classe do equipamento de medição</b>

Local / Data

Oeiras, 22 de julho de 2016

Verificado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O presente Boletim de Verificação só pode ser reproduzido no seu todo e apenas se refere ao(s) item(s) ensaiado(s).  
O equipamento é selado como consta no Despacho de aprovação de modelo respectivo.  
A operação de controlo metrológico efectuada é evidenciada apenas pela aposição no instrumento do símbolo respectivo como consta dos anexos da Portaria n.º 962/90 de 9 de Setembro

**instituto de soldadura  
e qualidade**

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tels.: +351 21 422 90 34 / 81 86 / 90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

Porto: Rua do Monte, 258 • 4415-481 Grijó • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10 / 50 • Fax: +351 22 747 19 19 / 745 57 78

DM/065-2/07

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.



*M*

## CERTIFICADO DE VERIFICAÇÃO - cont.

NÚMERO 245.70 / 16.57910

PÁGINA 2 de 2

### Características Acústicas

Calibrador acústico	CONFORME
Condições de referência	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ruído inerente	CONFORME

### Características Eléctricas

Ponderação em frequência	CONFORME
Ponderação no tempo	CONFORME
Linearidade escala de referência/escalas	CONFORME
Resposta a sinais de curta duração	CONFORME
Indicação de sinais de pico em ponderação C	CONFORME
Indicação de sobrecarga	CONFORME

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito da ISQ.

DW/065.2/07

instituto de soldadura  
e qualidade

labmetro@isq.pt










<http://metrologia.isq.pt>










Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-481 Góia • Portugal  
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78
















## ANEXO IV

Calendarização do trabalho de campo realizado e respetivas condições meteorológicas

maio 2017						
domingo	segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	sábado
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15  T = 19°C vel. vento = 3,42m/s	16  T = 21°C vel. vento = 4,7m/s	17  T = 18°C vel. vento = 4,6m/s	18  T = 16°C vel vento = 5,5 m/s	19  T 16°C v. vento = 5,0 m/s	20  T = 17°C vel. vento = 4,8 m/s
21	22  T = 17°C vel vento = 4,8 m/s	23  T = 20°C vel. vento = 4,7 m/s	24  T = 22°C vel. vento = 4,6 m/s	25	26	27
28	29	30	31			

junho 2017						
domingo	segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	sábado
				1	2	3
4	5  T = 17°C vel vento = 5,0 m/s	6  T = 19 °C vel vento = 5,0 m/s	7	8  T = 19 °C vel vento = 4,5 m/s	9	10
11	12	13	14	15	16	17  T = 26°C vel. vento = 3,6 m/s
18	19	20	21  T = 22°C vel. vento = 4,2 m/s	22	23  T = 21°C vel. vento = 4,9 m/s	24
25	26	27  T = 19°C vel. vento = 4,3 m/s	28  T = 19°C vel. vento = 4,9 m/s	29  T = 18°C vel. vento = 5 m/s	30	



julho 2017						
domingo	segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	sábado
						1
2  T = 23°C vel. vento = 5,0 m/s	3	4  T = 23°C vel. vento = 4,2 m/s	5  T = 20°C vel. vento = 4,2 m/s	6	7  T = 20°C vel. vento = 4,0 m/s	8  T = 22°C vel. vento = 5,0 m/s
9	10  T = 21°C vel. vento = 5,0 m/s	11  T = 21°C vel. vento = 5,0 m/s	12  T = 22°C vel. vento = 5,0 m/s	13  T = 24°C vel. vento = 5,0 m/s	14  T = 25°C vel. vento = 4,9 m/s	15  T = 25°C vel. vento = 5,0 m/s
16	17  T = 20°C vel. vento = 4,2 m/s	18  T = 20°C vel. vento = 4,8 m/s	19  T = 20°C vel. vento = 3,9 m/s	20	21  T = 20°C vel. vento = 5,0 m/s	22
23	24	25	26	27	28	29